СССР

ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

С1-65

Техническое описание и инструкция по эксплуатации

Альбом № 1

1975

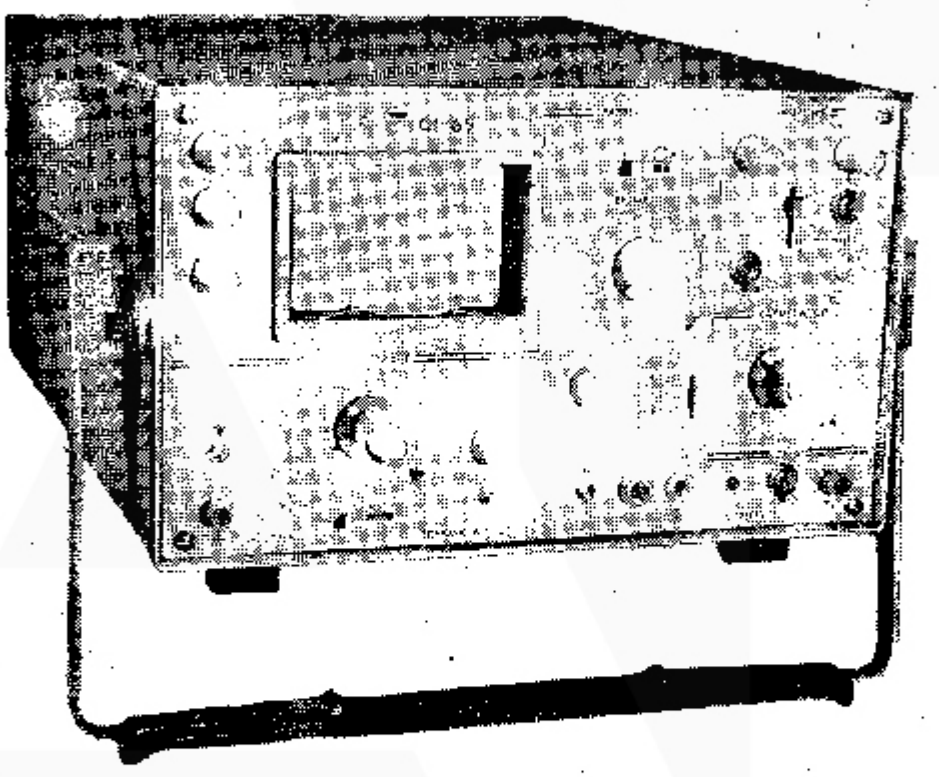
СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение . . . 3
2. Назначение . . . 5
3. Технические данные . . . 5
4. Состав изделия . . . 10
5. Принцип действия . . . 11
6. Конструкция . . . 13
7. Описание электрической схемы . . . 14
   7.1. Блок питания . . . 14
   7.2. Усилитель вертикального отклонения . . . 17
   7.3. Предусилитель синхронизации . . . 24
   7.4. Схема синхронизации . . . 23
   7.5. Генератор развертки . . . 27
   7.6. Усилитель горизонтального отклонения . . . 31
   7.7. Усилитель Z . . . 33
   7.8. Калибратор . . . 34
8. Меры безопасности . . . 35
9. Подготовка прибора к работе . . . 35
   9.1. Установка прибора на рабочем месте . . . 35
   9.2. Описание органов управления . . . 35
   9.3. Включение и проверка работоспособности прибора . . . 39
10. Порядок работы . . . 43
   10.1. Правила эксплуатации . . . 43
   10.2. Проведение измерений . . . 52
11. Характерные неисправности и методы их устранения . . . 58
   11.1. Метод разборки прибора и поиск неисправностей . . . 58
   11.2. Краткий перечень возможных неисправностей . . . 62
   11.3. Описание органов подстройки . . . 67
   11.4. Правила настройки и регулирования . . . 68
12. Техническое обслуживание . . . 76
   12.1. Профилактические работы . . . 76
   12.2. Поверяемые характеристики и средства поверки . . . 77
   12.3. Методика проверки технических характеристик . . . 80
13. Правила хранения и транспортировка . . . 94

Приложения

1. Карта напряжений . . . 97
2. Карта сопротивлений . . . 101
3. Карта импульсных напряжений . . . 105
4. Таблицы данных намотки . . . 113
5. Переходная цепочка на 15нс . . . 119
6. Схема проверки нелинейности амплитудной характеристики . . . 120
7. Схема соединения . . . 120
8. Расположение элементов в приборе . . . 121—127
9. Карточка отзыва потребителя
10. Осциллограф универсальный С1-65. Схема электрическая принципиальная
11. Делитель 1 : 10. Схема электрическая принципиальная
12. Делитель. Схема электрическая принципиальная
13. Преобразователь высоковольтный. Схема электрическая принципиальная

Альбом № 2



Общий вид прибора.

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначено для лиц, работающих с прибором, а также обслуживающего и ремонтного персонала.

ТО включает в себя все данные о приборе, принципе действия в целом, а также отдельных составных узлов, указания по работе с прибором, нахождению неисправностей и их устранению, регулировке прибора и его проверке после ремонта.

Все элементы, встречающиеся в ТО, обозначаются позиционным номером с добавлением в скобках буквы У и цифр, характеризующих номер платы в соответствии со схемой электрической принципиальной.

После элементов, расположенных не на платах, в скобках указывается слово «корпус».

Схемы электрические принципиальные помещены в альбом № 2.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Осциллограф универсальный С1-65 предназначен для исследования формы электрических сигналов путем визуального наблюдения и измерения их амплитудных и временных параметров в цеховых, лабораторных и полевых условиях эксплуатации.

Прибор удовлетворяет требованиям ГОСТ 9763-67, ГОСТ 9810-69, нормалей Н0.005.026-030, а по условиям эксплуатации приборов относится к 7 группе нормали Н0.005.026.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Прибор удовлетворяет техническим условиям.

3.2. Рабочая часть экрана осциллографа:

по горизонтали 80 мм;

по вертикали 48 мм.

3.3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение исследуемого сигнала на наиболее быстрой развертке, не более 50 Гц.

3.4. Толщина линии луча, определяемая размытостью и расфокусировкой, не превышает 0,8 мм.

3.5. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики тракта вертикального отклонения в диапазоне частот от 0 до 7 Мгц по отношению к частоте 100 кГц не более 5%.

3.6. Время нарастания переходной характеристики и полоса пропускания тракта вертикального отклонения:

а) время нарастания переходной характеристики тракта вертикального отклонения не более 10 нс. Для коэффициента отклонения 5 мВ/дел. время нарастания не более 14 нс.

б) полоса пропускания тракта вертикального отклонения от 0 до 35 МГц при спаде амплитудно-частотной характеристики, не превышающей 3 дБ. Для коэффициента отклонения 5 мВ/дел. полоса пропускания от 0 до 25 МГц, при спаде амплитудно-частотной характеристики, не превышающей 3 дБ.

3.7. Выброс на переходной характеристике не превышает 5%.

3.8. Завал вершины изображения импульса длительностью 0,5 мс не превышает 5%.

3.9. Неравномерность вершины изображения импульса (отражения, синхронные наводки) не превышает одной толщины линии луча.

3.10. Параметры входа усилителя вертикального отклонения:

а) входное сопротивление 1,0 МОм±5%;

б) входная емкость, параллельная входному сопротивлению, не превышает 30 пф;

в) входное сопротивление с выносным делителем 1 : 10 равняется 10 МОм±10% с параллельной емкостью 10±2 пФ.

3.11. Чувствительность, устанавливаемая входным делителем и ручкой «ПЛАВНО» — от 1,6 мм/мВ (5 мВ/дел) до 0,8 мм/В (10 В/дел.). 1 дел.=8 мм.

3.12. Нелинейность амплитудной характеристики тракта вертикального отклонения не превышает 10%.

3.13. Регулировка перемещения луча по вертикали обеспечивает его смещение относительно средней линии шкалы не менее ±24 мм.

3.14. Допускаемая суммарная величина постоянного и переменного напряжений на входе со связью по переменному току не превышает 300 В.

3.15. Максимально допускаемая амплитуда исследуемого сигнала не превышает:

а) при работе без выносного делителя — 60 вольт;

б) при работе с выносным делителем — 300 вольт.

3.16. Минимальная величина исследуемого сигнала, при котором обеспечивается класс точности осциллографа, не более 15 мВ.

3.17. Минимальная длительность исследуемого временного интервала, при которой обеспечивается класс точности осциллографа, не более 50 нс.

3.18. Смещение луча из-за дрейфа усилителя:

а) в течение 30 минут — не более 5 мВ (1 деление);

б) при изменении напряжения питания на ±10% от номинального значения — не более 2,5 мВ (0,5 деления).

в) за 1 минуту не более 1,0 мВ (0,2 дел).

3.19. Задержка в тракте усилителя вертикального отклонения — не менее 40 нс.

3.20. Калибратор амплитуды и длительности обеспечивает выдачу 11 значений прямоугольных импульсов калиброванной амплитуды: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 и 50 вольт с частотой 1000 Гц. Погрешность установки калибровочного напряжения не более ±1,5% в нормальных условиях и не более ±2,5% в рабочих условиях. Частота следования импульсов 1000 Гц±1,5% в нормальных условиях и не более ±2,5% в рабочих условиях.

3.21. Основная погрешность измерения амплитуды синусоидальных сигналов в диапазоне частот до 7 МГц и амплитуды импульсных сигналов от 15 мВ до 60В при величине изображения от 19,2 до 48 мм (от 2,4 до 6 дел) не превышает ±5% в нормальных условиях и погрешность измерения ±6% в рабочих условиях.

3.22. Генератор развертки обеспечивает 21 калиброванную длительность развертки: 0,01 мкс/дел; 0,02 мкс/дел; 0,05 мкс/дел; 0,1 мкс/дел; 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 мс/дел; 0,2 мс/дел; 0,5 мс/дел; 1 мс/дел; 2 мс/дел; 5 мс/дел; 10 мс/дел; 20 мс/дел; 50 мс/дел.

Генератор развертки работает в режиме автозапуска, ждущем и в режиме однократного запуска.

Погрешность калибровки развертки относительно шкалы не более ±3% на основных диапазонах и ±4% на растянутых.

Примечание. Рабочим участком развертки является участок длиной 80 мм. В рабочую часть растянутой развертки (×0,1) не включается начальный и оконечный участки развертки, составляющие по 10% от ее длительности.

3.23. Нелинейность развертки — не более 10%.

3.24. Основная погрешность измерения временных интервалов в диапазоне от 0,02 мкс/дел до 50 мс/дел при измеряемом размере по горизонтали от 32 мм до 80 мм (от 4 до 10 дел.) не превышает ±5% в нормальных условиях и погрешность измерения ±6% в рабочих условиях.

Основная погрешность измерения временных интервалов на диапазоне развертки 0,01 мкс/дел не превышает ±6% в нормальных условиях и погрешность измерения ±10% в рабочих условиях.

3.25. Внутренняя синхронизация развертки осуществляется:

а) исследуемым сигналом при величине изображения 4,8 мм (0,6 дел) в диапазоне частот синусоидальных сигналов от 10 Гц до 5 Мгц, при величине изображения 8 мм (1 дел) — от 5 Мгц до 35 Мгц и импульсными сигналами длительностью от 0,05 мкс до 1 с. В режиме автозапуска синхронизация развертки осуществляется от 30 Гц;

б) сигналом сети питания.

3.26. Внешняя синхронизация развертки осуществляется синусоидальными сигналами с частотой от 10 Гц до 35 МГц при амплитуде напряжения сигнала от 0,5В до 30В и импульсными сигналами обеих полярностей с длительностями от 0,05 мкс до 1 с при амплитуде напряжения сигнала от 0,5В до 30В. При использовании внешнего делителя 2.727.060 диапазон напряжений для внешнего запуска расширяется до 150 вольт. В режиме автозапуска синхронизация осуществляется от 30 Гц.

3.27. Прибор имеет производственно-эксплуатационный запас не менее 20% по следующим основным параметрам:

а) погрешности измерения амплитуд;

б) погрешности измерения временных интервалов.

Производственно-эксплуатационный запас обеспечивается и проверяется при приемо-сдаточных испытаниях, при испытаниях после изменения схемы или конструкции прибора и при типовых испытаниях на заводе-изготовителе.

3.28. Регулировка перемещения луча по горизонтали обеспечивает смещение линии развертки на величину не менее 32 мм вправо от начала и влево от конца шкалы.

3.29. Чувствительность усилителя горизонтального отклонения не менее 25 мм/В.

3.30. Полоса пропускания усилителя горизонтального отклонения—от 20 Гц до 3 МГц.

3.31. Параметры входа усилителя горизонтального отклонения и входа синхронизации:

а) входное сопротивление 1,0 МОм ±20%;

б) входная емкость, параллельная входному сопротивлению не более 50 пФ;

в) закрытый вход через емкость 0,033 мкФ и открытый вход;

г) входное сопротивление с внешним выносным делителем 100 кОм ±20% с параллельной емкостью не более 12 пФ.

Суммарное максимально допустимое постоянное и переменное напряжение при закрытом входе не должно превышать 300 В.

3.32. Амплитуда пилообразного напряжения на гнезде «V» развертки не менее 8 В на нагрузке 20 кОм с параллельной емкостью 50 пФ.

3.33. Канал «Z» обеспечивает наблюдение яркостных отметок при подаче на его вход напряжения от 1,5 до 20 В эфф в полосе частот от 20 Гц до 10 МГц.

3.34. Параметры входа «Z»:

а) входное сопротивление 47 кОм±10%;

б) входная емкость, параллельная входному сопротивлению — не более 140 пФ.

3.35. Электрическая прочность изоляции цепей питания между входом сетевого разъема и корпусом прибора выдерживает без пробоя испытательное напряжение;

а) 750 В эфф в нормальных условиях;

б) 450 В эфф в условиях повышенной влажности;

в) 375 В эфф в условиях пониженного атмосферного давления.

3.36. Сопротивление изоляции цепей питания между входом сетевого разъема и корпусом прибора:

а) 20 МОм в нормальных условиях;

б) 5 МОм при повышенной температуре;

в) 1 МОм при повышенной влажности.

3.37. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных техническими условиями при питании его:

а) от сети переменного тока напряжением 220В ± 10%, частотой 50 ± 0,5 Гц;

б) от сети переменного тока напряжением 115/220В ± 5%, частотой 400 Гц $^{+7}_{-3}$ %.

Содержание гармоник до 5%.

3.38. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не превышает 125 ВА.

3.39. Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ на прибор, после прогрева в течение 15 минут, в нормальных и рабочих условиях.

3.40. Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 часов при сохранении своих технических характеристик в пределах норм, установленных техническими условиями на прибор.

При этом обеспечиваются нормальные режимы ЭВП, ППП, деталей и элементов в пределах норм ТУ на них.

Примечание. Время непрерывной работы не включает в себя время самопрогрева прибора.

3.41. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, после замены в нем электронно-лучевой трубки. Допускается подрегулировка с помощью имеющихся органов подстройки, предусмотренная принципиальной схемой прибора и настоящим техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

3.42. Режимы работы ЭВП, ППП, деталей и элементов соответствуют нормам, установленным ГОСТами и ТУ и указанным в таблицах рабочих режимов, приведенных в настоящем техническом описании и инструкции по эксплуатации.

3.43. Прибор удовлетворяет нормам 8-72 «Общесоюзные нормы допускаемых индустриальных радиопомех».

3.44. По устойчивости к климатическим и механическим воздействиям прибор удовлетворяет нормам, установленным для приборов 7-ой группы нормали Н0.005.026.

3.45. Прибор нормально работает при пониженном атмосферном давлении до 460 мм рт. ст. (до высоты около 5 км) при нормальной температуре.

3.46. Среднее время безотказной работы прибора (Тср) не менее 1100 часов.

Примечание. В приборах органы многократного управления и регулирования обеспечивают количество циклов переключений в соответствии с ГОСТ 9763-67.

3.47. Габаритные размеры прибора 300×180×420 мм.

Габаритные размеры прибора в укладочном ящике 495×296×583 мм.

3.48. Масса прибора не превышает:

без упаковки 16 кг;

с упаковкой 30 кг.

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Прибор поставляется в комплекте, указанном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование изделий комплекта	Обозначение документов на поставку	Кол.	Примечание
Осциллограф универсальный С1-65	И22.044.042	1	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	ЕЕ4.079.462 ЕЕ4.079.462-01	1 1	Альбом № 1 Альбом № 2
Формуляр	ЕЕ4.079.461	1	
Комплект принадлежностей, в нем	ЕЕ4.072.013		
Запасные части			
Лампа СМН9-60-2	ТУ16-535.453-70	3	
Предохранитель ВПI-1-2а	ОЮ0.480.003 ТУ	6	
ВПI-1-0,25а		3	
Принадлежности			
Делитель 1 : 10	ЕЕ2.727.020	1	Со съемной насадкой и шнуром соединительным

Продолжение

Наименование изделий комплекта	Обозначение документов на поставку	Кол.	Примечание
Делитель	И22.727.060	1	
Зажим	ЕЕ6.625.012 Сп	3	
Кабель № 1	ЕЕ4 850.377	1	
Кабель № 2	ЕЕ4.850.374	1	
Кабель № 3	ЕЕ4 850.378	1	
Кабель № 4	ЕЕ4.850.376	2	
Шнур сетевой	ЕЕ4.860.015	1	
Каркас	И27 804 053	1	
Переход	ЕЕ2.236.023	1	
Провод соединительный	ЕЕ4 860.016	1	
Светофильтр	И23.900.003 Сп	1	
Тройник СР-50-95 Ф	ВР0.364.013 ТУ	1	
Тубус	И28.647.007	1	
Щуп	ЕЕ4.266.002	1	
Укладки			
Чехол	ЕЕ4.166.045	1	
Ящик укладочный	ЕЕ4.161.409	1	

5. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Структурная схема осциллографа (рис. 1) содержит:

осциллографический индикатор — ЭЛТ;

входной аттенюатор канала Y;

предусилитель канала вертикального отклонения;

линию задержки;

оконечный усилитель вертикального отклонения;

предусилитель синхронизации;

схему синхронизации;

схему развертки;

усилитель горизонтального отклонения;

усилитель Z (усилитель подсвета);

калибратор амплитуды и длительности;

блок питания.

Электроннолучевая трубка служит для визуального наблюдения формы исследуемых электрических процессов.

Исследуемые сигналы подаются на гнездо «⊖» усилителя Y. При помощи входного аттенюатора выбирают величину сигнала, удобную для исследования на экране ЭЛТ. Исследуемый сигнал усиливается предусилителем вертикального отклонения.

В тракт усилителя вертикального отклонения включена симметричная линия задержки, которая задерживает исследуемый сигнал на время, компенсирующее задержку сигнала в схемах синхронизации, развертки и схеме подсвета, что позволяет наблюдать фронты коротких импульсов.

Оконечный усилитель вертикального отклонения усиливает исследуемый сигнал до величины, удобной для исследования на экране ЭЛТ. С усилителя вертикального отклонения исследуемый сигнал подается на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

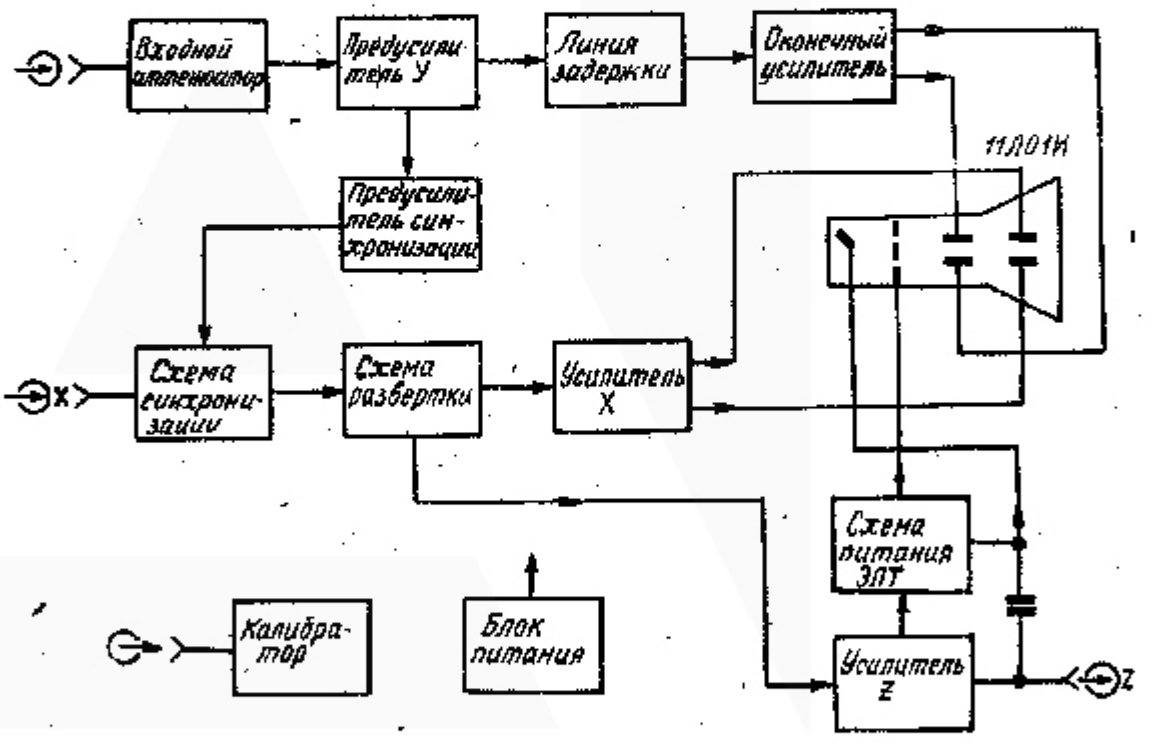


Рис. 1. Структурная схема прибора

Генератор развертки вырабатывает пилообразное напряжение для осуществления временной развертки луча ЭЛТ. Пилообразное напряжение усиливается до необходимой величины усилителем горизонтального отклонения и поступает на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ. В схеме усилителя горизонтального отклонения предусмотрено умножение скорости развертки в 10 раз. Генератор развертки может работать в ждущем режиме, в режиме автозапуска и в режиме однократного запуска.

В приборе предусмотрена возможность подачи внешнего сигнала на горизонтально-отклоняющие пластины через усилитель горизонтального отклонения, при подаче его на гнездо « ⊖ X».

С выхода усилителя подсвета снимаются импульсы для подсвета прямого хода развертки и гашения обратного хода. Эти импульсы поступают на вход усилителя Z « ⊖ Z», усиливаются и через схему питания ЭЛТ управляют ее работой.

В осциллографе предусмотрена возможность подачи внешнего сигнала на гнездо « ⊖ Z» для получения яркостных меток времени.

Схема синхронизации служит для получения неподвижного изображения на экране ЭЛТ. В схеме синхронизации осуществляется выбор источника синхронизации (внутреннего, внешнего, от сети), вида связи с источником синхронизации (постоянной, переменной), полярности синхронизации.

Для периодической проверки чувствительности канала вертикального отклонения и проверки калибровки длительности развертки служит калибратор амплитуды и длительности. С помощью калибратора осуществляется также компенсация выносного делителя и аттенюатора.

6. КОНСТРУКЦИЯ

Конструктивно прибор выполнен в неразъемном унифицированном каркасе с легкосъемными крышками. Каркас прибора состоит из литых панелей (передней и задней), соединенных двумя профильными боковыми стяжками.

Дополнительную жесткость каркасу придают поперечные и продольные стенки.

На передней панели прибора расположены:

экран ЭЛТ с обрамлением;

органы управления и присоединения, снабженные соответствующими надписями.

На задней стенке-радиаторе расположены мощные транзисторы блока питания, входные гнезда « ⊖ Z», шнур питания прибора, предохранитель, тумблер переключения сети.

Электромонтаж прибора выполнен на печатных платах, за исключением крупногабаритных элементов, расположенных на шасси, средней и продольных стенках.

Для устранения магнитных наводок, ЭЛТ помещена в пермалоевый экран. Высоковольтный преобразователь заключен в экран и закрыт крышкой с предупредительной надписью. Предусилитель блока вертикального отклонения, блок калибратора и высоковольтный преобразователь выполнены в виде съемных блоков.

Во избежание взаимных влияний канала вертикального отклонения и схемы развертки они разделены экраном, который одновременно служит конструктивным элементом.

Гибкая симметричная линия задержки крепится к средней стенке в непосредственной близости к местам ее распайки.

Масса прибора 16 кг.

Габариты прибора по корпусу: ширина — 300 мм;
высота — 180 мм;
глубина — 420 мм.

7. ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

7.1. Блок питания

Блок питания обеспечивает питающими напряжениями схему осциллографа при включении его в сеть переменного тока 220В±±10% частотой 50 Гц±1%, 220В±5% и 115В±5% частотой 400 Гц$^{+7}_{-3}$%.

Электрические данные блока питания сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Номинальное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Коэффициент стабилизации	Напряжение пульсации, В	Примечание
+10±0,1	0,5	1000	0,002	
−10±0,1	0,5	1000	0,002	
+80±1	0,18	1000	0,008	
+150±10	0,09	2	3,5	
+8000±300	0,00008	20	30	
−1900±100	0,0007	20	0,8	
±1980±100	0,0001	20	0,5	
+27±6	0,6	—	2	Источник под потенциалом минус 1900В
~6,3	0,35	—	—	
~9	0,25	—	—	

Выпрямитель стабилизатора +10В выполнен по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д3, Д4 (У8).

Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром — конденсатор С45 (корпус) и подводится к стабилизатору, в котором Т10 (корпус) — регулирующий транзистор, Т9 (корпус) — составной транзистор, Т4 (У7) — усилитель напряжения обратной связи, Т5 (У7) — транзистор защиты источника +10В от коротких замыканий, Д5 (У7) — термокомпенсирующий диод. Диод Д6 (У7) защищает транзистор Т4 (У7) при коротких замыканиях источника +10В.

Величину напряжения +10В можно регулировать в пределах 10±1В потенциометром R11 (У7).

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на выходе стабилизатора увеличивается, увеличивая положительный потенциал на базе транзистора Т4 (У7). Транзистор приоткрывается, ток его коллектора растет, уменьшая при этом ток базы Т9 (корпус). Транзистор Т9 (корпус) запирается, уменьшая при этом ток базы транзистора Т10 (корпус). Т10 (корпус) запирается, напряжение между коллектором и эмиттером его возрастает, а выходное напряжение остается постоянным. Стабилизация напряжения — также при уменьшении питающего напряжения, а также изменении тока нагрузки.

От источника +10В через резисторы R37, R38 (У4) питаются накалы ламп Л1, Л2 (У4).

Конденсаторы С42 (корпус), С3 (У7) исключают условия самовозбуждения стабилизатора.

При коротком замыкании стабилизатора +10В увеличивается положительный потенциал на базе транзистора Т5 (У7). Он открывается, подзапирая транзисторы Т9, Т10 (корпус).

Выпрямитель стабилизатора минус 10В выполнен на диодах Д1, Д2 (У8) по двухполупериодной схеме со средней точкой. Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром — конденсатор С44 (корпус) и подается на стабилизатор напряжения.

В стабилизаторе напряжения минус 10В Т8 (корпус) — регулирующий транзистор, Т7 (корпус) — составной транзистор, Т1, Т2 (У7) — транзисторы дифференциального усилителя, Т3 (У7) — транзистор защиты источника минус 10В от коротких замыканий.

Опорное напряжение снимается со стабилитронов Д2, Д3 (У7). Стабилитрон Д2 (У7) — термокомпенсирующий.

Напряжение минус 10В служит опорным для стабилизаторов +10В и +80В.

Диоды Д1, Д4 (У7) защищают стабилизатор минус 10В при попадании на него напряжений +10В, +80В, +150В, а также отключают его при коротком замыкании источника +10В.

Величину напряжения минус 10В регулируют в пределах 10±1В потенциометром R2 (У7).

При увеличении напряжения питающей сети напряжение на

выходе стабилизатора увеличивается, что вызывает увеличение напряжения на базах транзисторов Т1, Т2 (У7). Они приоткрываются, подзапирая транзисторы Т7, Т8 (корпус). Выходное напряжение остается постоянным.

При коротком замыкании источника минус 10В увеличивается положительный потенциал на резисторе R8 (У7) и базе транзистора Т3 (У7). Он приоткрывается, подзапирая транзисторы Т7, Т8 (корпус).

От источника минус 10В через резистор R25 (У1) питается накал лампы Л2 (У1).

Выпрямитель стабилизатора +80В выполнен по мостовой схеме на диодах Д5...Д8 (У8). Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром-конденсатором С46 (корпус) и подводится на стабилизатор напряжения, в котором Т12, Т14 (корпус) — регулирующие транзисторы, Т11 (корпус), Т13 (корпус), Т8 (У7)—составные транзисторы, Т6 (У7) — усилитель напряжения обратной связи, Т7 (У7) — транзистор защиты источника +80В от перегрузок, Д8 (У7) — термокомпенсирующий диод.

При перегрузке источника +80В увеличивается напряжение на резисторе R26* (У7), транзистор Т7 (У7) открывается, подзапирая транзисторы Т8 (У7), Т11...Т14 (корпус). Диод Д1 (корпус) выравнивает напряжения на регулирующих транзисторах Т12 (корпус) и Т14 (корпус) при перегрузке источника +80В. Величину напряжения +80В можно регулировать в пределах 80±5В потенциометром R20 (У7). Конденсаторы С43 (корпус), С5 (У7) устраняют условия самовозбуждения стабилизатора +80В.

Выпрямитель стабилизатора +150В выполнен по мостовой схеме на диодах Д9...Д12 (У8). Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром С47 (корпус). Напряжение на конденсаторе С47 (корпус) суммируется с напряжением +80В и на положительном полюсе конденсатора С47 (корпус) относительно корпуса прибора получается напряжение +150В. Предохранитель Пр1 служит для защиты источника +150В от коротких замыканий.

Выпрямитель источника +27В, питающий преобразователь высоковольтный, выполнен по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д2, Д3 (корпус). Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром-конденсатором С48 (корпус). Предохранитель Пр2 служит для защиты источника от коротких замыканий.

Схема преобразователя высоковольтного (У9) изображена на чертеже. Он выдает постоянные стабилизированные напряжения минус 1,9кВ, ±1,98кВ, +8кВ. Питание его осуществляется напряжениями +27В, +80В, +10В, минус 10В.

В высоковольтном преобразователе Т1 (У9) и подсоединенная к нему схема образуют генератор класса «С», вырабатывающий синусоидальное напряжение частотой 28±5кГц. Транзистор Т1 (У9) кроме функций генератора выполняет функции регулятора. Он под-

держивает постоянным напряжение на первичной и вторичных обмотках трансформатора Тр1 (У9) при изменении напряжения +27В.

При увеличении напряжения +27В увеличивается напряжение источника минус 1,9кВ. Через делитель R1 ... R5 (У9-2), R1 (У9-1), R2 (У9-1) часть этого отрицательного напряжения прикладывается к транзисторам Т1 (У9-1), Т2 (У9-1). Они закрываются, приоткрывая транзистор Т3 (У9-1). Транзистор Т3 (У9-1) закрывает Т4 (У9-1). Сопротивление коллектор-эмиттер Т4 (У9-1) увеличивается, уменьшая базовый ток Т1 (У9) и он закрывается, оставляя неизменным напряжение на первичной и вторичных обмотках трансформатора Тр1 (У9).

Стабилизация напряжения источника минус 1,9кВ происходит также при уменьшении питающего напряжения +27В и изменении тока нагрузки.

Стабилизация напряжений +8кВ и ±1,98кВ происходит только при изменении питающего напряжения +27В.

Регулировка всех напряжений осуществляется потенциометром R1 (У9-1), а напряжения ±1,98 кВ дополнительно потенциометром R1 (У9).

Выпрямитель минус 1,9кВ выполнен на диодах Д1...Д3 (У9-2) по однополупериодной схеме. Выпрямленное напряжение фильтруется сначала емкостным фильтром — С4 (У9-2), а затем RC фильтром — R6, С2, С3 (У9-2).

Выпрямитель ±1,98кВ выполнен по однополупериодной схеме на диодах Д1...Д3 (У9-3). Выпрямленное напряжение фильтруется емкостным фильтром С1, С2 (У9-3), а затем RC фильтром R1, R2, С3, С4 (У9-3).

Выпрямитель +8кВ выполнен по однополупериодной схеме выпрямления с упятерением напряжения [диоды Д1...Д10 (У9-4)] и конденсаторы С1...С5 (У9-4).

Умноженное напряжение фильтруется RC-фильтром R1, С6, С7 (У9-4).

7.2. Усилитель вертикального отклонения (усилитель Y)

Исследуемые сигналы, попадающие на гнездо « ⊖ » усилителя Y, усиливаются и подаются на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

Усилитель Y состоит из входной цепи, входного аттенюатора, предусилителя вертикального отклонения (У1), линии задержки, выходного усилителя (У2).

7.2.1. Входная цепь (корпус).

Исследуемые сигналы подаются на входное гнездо « ⊖ ». Когда переключатель входной связи В1 « ≂ ⊥ ~ » установлен в положение « ≂ » (открытый вход) входной сигнал поступает непосредственно на гнездо « ⊖ »,

В положении « ~ » (закрытый вход) входной сигнал проходит

через конденсатор C1. Этот конденсатор препятствует прохождению постоянной составляющей сигнала на вход усилителя.

В положении «⊥» (заземление) входная цепь усилителя Y заземляется, а последовательно к конденсатору C1 подключается резистор R1. Это дает возможность получить потенциал земли без снятия входного сигнала с входного гнезда «→». Подключение резистора R1 позволяет предварительно заряжать конденсатор C1 в положении «⊥», поэтому луч остается на экране при переключении в положение «~», даже если входной сигнал имеет высокий уровень постоянной составляющей. Цепочки C2, R2 и C3, R3 включены как антипаразитные.

7.2.2. Входной аттенюатор.

Входные аттенюаторы (корпус) с коэффициентами деления 1 : 10 и 1 : 100 представляют собой частотно-компенсированные делители напряжения. Для сигналов низких частот и постоянного тока — это активные делители напряжения, т. к. реактивное сопротивление конденсаторов на низких частотах настолько велико, что его влиянием можно пренебречь. Но на высоких частотах реактивное сопротивление конденсаторов уменьшается и аттенюаторы становятся емкостными делителями напряжения. Кроме обеспечения постоянного затухания на всех частотах в пределах полосы пропускания, входные аттенюаторы дают возможность получить одинаковую величину входного сопротивления 1 МОм и входной емкости 30 пФ во всех положениях переключателя B2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Переменные конденсаторы C6 и C10 позволяют производить компенсацию аттенюаторов во всей полосе частот, а C4 и C8 обеспечивают установку постоянной входной емкости во всех положениях переключателя B2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Во избежание наводок входной аттенюатор помещен в металлический экран.

7.2.3. Предусилитель вертикального отклонения (У1).

В предусилителе вертикального отклонения осуществляется регулировка усиления усилителя Y, центровка и вертикальное перемещение изображения на экране ЭЛТ. Кроме того с выхода одного из его каскадов снимается сигнал для внутреннего запуска схемы развертки.

Входной катодный повторитель.

Входной катодный повторитель на лампе Л2 обеспечивает большое входное сопротивление, малую входную емкость и малое выходное сопротивление. Резистор R3 в цепи сетки Л2 представляет собой входное сопротивление этого каскада. Этот резистор является частью цепи затухания во всех положениях переключателя B2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Резистор R1 служит для ограничения сеточного тока. Л1, Д1, Д2 и Д3 обеспечивают защиту лампы Л2. Неоновая индикаторная лампочка Л1 предохраняет от пробоя промежуток сетка-катод лампы Л2 при действии большого отрицательного сигнала. Диоды Д1, Д2 и Д3 ограничивают напряжение на катоде лампы до +10В и ми-

нус 1,5В, предотвращая перегрузку транзисторов усилителя с обратной связью. Кроме того, диоды Д2 и Д3 фиксируют на катоде лампы напряжение минус 1,5В до тех пор, пока не установится рабочий режим лампы Л2 после включения. Диоды Д5 и Д6 обеспечивают малое сопротивление источника анодного напряжения лампы Л2. Стабилитрон Д6 понижает уровень источника анодного напряжения от +80В до +70В. Диод Д5 включен в прямом направлении. При увеличении тока лампы Л2 потенциал анода понижается и диод Д5 обратно смещается. Резистор R7 ограничивает ток лампы Л2, предохраняя ее от повреждения.

Транзистор Т1 обеспечивает малое сопротивление постоянному току и большое дифференциальное сопротивление катодного повторителя. Потенциометр R4 «БАЛАНС» регулирует базовое напряжение транзистора Т1, устанавливая нуль вольт на эмиттере транзистора Т2 при отсутствии сигнала. При нулевом потенциале на эмиттере Т2 положение линии развертки на экране ЭЛТ не будет изменяться при переключении переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ». Резистор R9 обеспечивает нужное рабочее смещение лампы Л2. Конденсатор С6 улучшает высокочастотную характеристику коэффициента передачи катодного повторителя. Стабилитрон Д4 включен для стабилизации режима транзистора Т1 при колебаниях напряжения источника питания минус 10В.

Катодный аттенюатор

Катодный аттенюатор с коэффициентом деления 1 : 5 представляет собой соединение следующих элементов: R12, R13, R14, С13 (корпус), R11, R12, R75 и Д7. Он уменьшает в 5 раз сигнал на выходе катодного повторителя в положениях «0,1», «1», и «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Затухание во входном аттенюаторе и катодном аттенюаторе совместно с необходимым усилением усилителя с обратной связью определяет нужный коэффициент отклонения в этих положениях переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ». Конденсатор С7 обеспечивает высокочастотную коррекцию. Переменный резистор R11 «БАЛАНС» 0,1 В/дел и резистор R12 обеспечивают такой же базовый потенциал транзистора Т2 в положениях «0,1», «1» и «10» переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ», как и в других его положениях.

Усилитель с обратной связью

Усилитель с обратной связью на транзисторах Т2, Т3 и Т4 изменяет общее усиление предварительного усилителя при переключении переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ», обеспечивая чувствительность осциллографа, указанную на передней панели. Усиление этого каскада К определяется выражением:

$$K \approx \frac{R26 + R_{эт_2}}{R_{эт_2}} \times 0{,}9, \qquad (1)$$

где $R_{эт_2}$ — сопротивление в цепи эмиттера транзистора Т2.

Величина сопротивления $R_{эт2}$ изменяется, устанавливая соответствующее усиление в положениях «0,005», «0,01», «0,02», «0,05» переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Входной аттенюатор и катодный аттенюатор ослабляют сигнал, подаваемый на усилитель с обратной связью в остальных положениях переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

В положении «0,005» переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» входной сигнал подается непосредственно через входной переключатель В1 и катодный повторитель на базу транзистора Т2. Переключатель В2-5 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» подсоединяет цепочку R16 (корпус), С14, L4 к цепи эмиттера транзистора Т2. В этом положении коэффициент усиления усилителя с обратной связью равен примерно 9.

В положении «0,01» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» вместо предшествующей цепочки к эмиттеру Т2 подключается цепочка R17 (корпус), L5, С18, С16, R23. В этом случае усиление усилителя с обратной связью составит примерно 4,5. Следовательно, на его выходе величина сигнала останется прежней. С18, С16 и R23 обеспечивают высокочастотную коррекцию этой цепи.

В положении «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» к эмиттеру Т2 подключается резистор R18 (корпус). Усиление усилителя с обратной связью составит примерно 2,25 и на его выходе величина сигнала не изменится. В положении «0,05» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» эмиттерная цепь отключена. Сопротивление $R_{эт2}$ в формуле (1) является бесконечной величиной и усиление усилителя с обратной связью примерно равно 0,9. Следовательно, величина выходного сигнала усилителя с обратной связью останется прежней. В этом положении в коллекторную цепь транзистора Т4 подключается цепочка R27, С21, С22, что обеспечивает затухание высокой частоты. Это дает возможность получить оптимальную частотную характеристику коэффициента передачи.

В остальных положениях переключателя В2 «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» входной сигнал ослабляется входным аттенюатором или катодным аттенюатором, или обоими вместе, а также усиливается усилителем с обратной связью. Это сочетание ослабления и усиления входного сигнала обеспечивает постоянный сигнал на выходе усилителя с обратной связью. Вертикальное перемещение линии развертки осуществляется ручкой «↕» [переменный резистор R15 (корпус)]

При вращении ручки «↕» изменяется напряжение базы транзистора Т3, что в свою очередь приводит к изменению тока транзистора Т3. Ток транзистора Т2 не изменится. Следовательно, весь

переменный ток пройдет через резисторы R26, R32 и вызовет изменение постоянного напряжения на выходе усилителя с обратной связью, которое изменяет вертикальное положение линии развертки. Резистор R17 «ЦЕНТРОВКА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПО Y» устанавливает нуль вольт на коллекторе транзистора T4. Стабилитрон Д9 обеспечивает малое сопротивление и постоянное напряжение эмиттера транзистора T4. Переменный резистор R28 и переменный конденсатор C20 обеспечивают оптимальную частотную характеристику, а индуктивность L8 — постоянное смещение транзистора.

Выходной сигнал усилителя с обратной связью подается на фазоинвертор и эмиттерный повторитель предусилителя синхронизации.

Эмиттерный повторитель предусилителя синхронизации

Сигнал с коллектора транзистора T4 усилителя с обратной связью подается через диод Д10 и резистор R31 на эмиттерный повторитель T5 предусилителя синхронизации. Применение эмиттерного повторителя обеспечивает малое выходное сопротивление для схемы предусилителя синхронизации и большое входное сопротивление, включенное параллельно нагрузке транзистора T4 в усилителе с обратной связью. Следовательно, эмиттерный повторитель служит развязкой между схемой предусилителя синхронизации и усилителем с обратной связью. Диод Д10 в цепи коллектора T4 обеспечивает температурную компенсацию транзистора T5. Регулировка уровня постоянной составляющей выходного напряжения эмиттерного повторителя осуществляется переменным резистором R29. Он устанавливает нулевой потенциал на резисторе R52, когда линия развертки центрируется по вертикали. Выходное напряжение с эмиттерного повторителя подается на предусилитель синхронизации, обеспечивая внутренний запуск развертки.

Фазоинвертор

Выходной сигнал с усилителя с обратной связью поступает на фазоинвертор через делитель напряжения R19, R20 «ПЛАВНО» и R21 (корпус), который используется для плавной регулировки коэффициента отклонения вертикального усилителя. Эти резисторы создают постоянную нагрузку для транзистора T4 при вращении ручки «ПЛАВНО» (резистор R20 (корпус). При калиброванной чувствительности осциллографа движок резистора R20 перемещен до упора по часовой стрелке, т. е. R20 установлен на максимальное сопротивление. Следовательно, на базу транзистора T10 поступает максимальный сигнал. При перемещении ручки «ПЛАВНО» против часовой стрелки уменьшается сигнал, подаваемый на базу T10. При этом чувствительность осциллографа будет некалиброванной.

Транзисторы T10 и T11 включены по схеме фазоинверсного каскада с общим эмиттером, который преобразует входной сигнал в двухтактный выходной сигнал.

Переменный резистор R23 (корпус) « ▼ », изменяя сопротивление между эмиттерами, регулирует общее усиление усилителя вертикального отклонения. При помощи этого резистора производят калибровку усилителя У.

С выхода фазоинверсного каскада двухтактный сигнал поступает на предоконечный каскад, работающий на линию задержки.

Предоконечный каскад, работающий на линию задержки—это усилитель, выполненный на транзисторах T12, T13, с параллельной связью по напряжению, которую обеспечивают резисторы R64, R65, R66, R69. Шунтированием обратной связи цепочками R67*, R68, C39; R72, C40, C41; R73, C42, C43 осуществляется высокочастотная коррекция.

С выхода этого каскада сигнал поступает через линию задержки на выходной усилитель.

7.2.4. Линия задержки

Линия задержки обеспечивает задержку вертикального сигнала приблизительно на 140 нс, что позволяет генератору развертки запускаться до поступления сигнала на вертикально-отклоняющие пластины. Это дает возможность исследовать передний фронт сигнала при внутреннем запуске.

7.2.5. Выходной усилитель (У2)

Схема выходного усилителя обеспечивает окончательное усиление сигнала.

Каскады с общей базой на транзисторах T1, T2 обеспечивают малый входной импеданс, создавая точную нагрузку линии задержки. Основная часть нагрузочного сопротивления создается цепочками R1, C5; R2, C6.

Транзисторы T3, T4 усиливают исследуемый сигнал, поступающий с выхода транзисторов T1, T2. Цепочками R9*, C9; R10*, C10; R16, C14; C11 и C12 осуществляется высокочастотная коррекция. Переменный резистор R7 служит для центровки линии развертки при установке нулевых потенциалов на эмиттере транзистора T2 и коллекторе транзистора T4 (КТ2) и установке в среднее положение ручки « ↕ » [переменный резистор R23 (корпус)].

Оконечный каскад выходного усилителя на транзисторах T5, T6, T7, T8 и T1, T2 (корпус) выполнен по каскодной схеме с целью

получения максимальной ширины полосы пропускания. Конденсаторы С17, С18, С19, С20 осуществляют высокочастотную коррекцию. Нагрузочные сопротивления R1, R2, R3, R5, R6, R7 транзисторов Т1, Т2 (корпус) и развязывающий фильтр R4, С1 расположены на плате У3.

Выходное напряжение с транзисторов Т1, Т2 (корпус) подается на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

7.3. Предусилитель синхронизации (У1)

Предусилитель внутренней синхронизации предназначен для усиления внутренних сигналов синхронизации до уровня, необходимого для управления работой синхронизатора, а также для согласования выходного уровня усилителя вертикального отклонения с нулевым уровнем входа синхронизации. На входной каскад предусилителя синхронизации (Т6) сигнал подается с эмиттерного повторителя усилителя вертикального отклонения (Т5). С помощью резистора R29 на выходе предусилителя синхронизации устанавливается нулевой потенциал.

Сигнал, поступающий на вход предусилителя синхронизации, усиливается триодами Т6 и Т7. Диод Д11 в цепи эмиттера Т6 служит для температурной компенсации усилителя. Усиленный сигнал с коллектора транзистора Т7 поступает на базу триода Т9 через диод Д12. Этот стабилитрон обеспечивает согласование каскадов по постоянному уровню. Уровень напряжения на базе транзистора Т9 около минус 0,3В и падение напряжения на промежутке база-эмиттер приводит к тому, что выходной сигнал сохраняет нулевой уровень постоянной составляющей входного сигнала. Резистором R46, включенным между эмиттером транзистора Т9 и базой транзистора Т7, осуществляется стабилизирующая обратная связь.

Транзисторы Т8 и Т9 включены по схеме эмиттерных повторителей. Такое включение транзисторов устраняет такие недостатки эмиттерных повторителей, как невозможность обеспечить одинаковую передачу отрицательных и положительных импульсов. Транзистор Т8 типа n-p-n лучше передает положительные сигналы, а транзистор Т9 типа p-n-p лучше передает отрицательные сигналы.

Общий коэффициент усиления предусилителя синхронизации около 10. Усиленный сигнал внутренней синхронизации подается на переключатель выбора вида синхронизации В3.

7.4. Схема синхронизации (У4)

Схема синхронизации состоит из входного катодного повторителя на нувисторе Л1, компаратора полярности (Т1, Т2), мультивибратора на туннельном диоде Д11, усилителя импульса синхронизации Т3, Т4, автоматического мультивибратора Т5, Т6, Т7.

7.4.1. Источник синхронизации

Источник синхронизации выбирается при помощи переключателя В3. Синхронизирующий сигнал можно получить от трех источников: внутреннего, внешнего и от сети. Кроме того, сигнал от внешнего источника может быть ослаблен в 10 раз.

Внутренний синхронизирующий сигнал поступает на вход синхронизации со схемы вертикального усилителя через схему предусилителя синхронизации.

Внешние синхронизирующие сигналы, подаваемые на разъем внешнего входа синхронизации могут использоваться для синхронизации в положениях «1 : 1» и «1 : 10» переключателя В3.

В положении переключателя В3 «СЕТЬ» на входной катодный повторитель синхронизации поступает сигнал с частотой сети и амплитудой около 1В.

7.4.2. Открытый и закрытый входы канала синхронизации

В положении тумблера В4 « ~ » синхросигналы поступают на катодный повторитель (Л1) через разделительный конденсатор С15 (корпус) емкостью 0,015 мкФ. В положении тумблера В4 « ⎓ » обеспечивается одинаковое прохождение всех сигналов от 0 до 35 МГц.

7.4.3. Входной катодный повторитель

Входной катодный повторитель на лампе Л1 обеспечивает высокое входное сопротивление, согласует источник синхронизации со схемой компаратора полярности или входом усилителя X.

В зависимости от положения переключателя В6-2а меняется нагрузка, на которую работает катодный повторитель. В положениях переключателя В6-2В, «×1», «×0,1» сигнал не проходит через диод Д6, так как на его отрицательном электроде удерживается более положительный потенциал относительно положительного электрода, что приводит к запиранию диода Д6. Источник минус 10В подсоединен к отрицательному электроду диода Д5 через резистор R11, который является катодным сопротивлением катодного повторителя. Сигнал источника синхронизации в этом случае поступает на схему компаратора полярности.

В положении переключателя В6-2а « ⊣⊢ X» катодный повторитель используется как входной каскад для подачи внешнего сигнала на пластины X. Сигнал с катодного повторителя не проходит через закрытый диод Д5 на компаратор полярности. Источник минус 10В подсоединен к отрицательному электроду Д6 через резистор R9. В этом случае нагрузочным сопротивлением катодного повторителя является резистор R9. Сигнал с катодного повторителя поступает на горизонтальный усилитель через резистор R6.

7.4.4. Компаратор полярности

Компаратор полярности на транзисторах Т1 и Т2 обеспечивает выбор полярности синхросигнала, которым производится синхронизация. Диоды Д3 и Д4 ограничивают на базе транзистора Т1 отрицательное напряжение порядка минус 1,4В. Уровень постоянной составляющей на базе транзистора Т1 около +1В. Диод Д2 и стабилитрон Д1 ограничивают размах сигнала положительной полярности величиной плюс 7В. Это предохраняет схему компаратора от перегрузок.

При помощи переменного резистора R16 на базе транзистора Т2 устанавливается постоянный потенциал такой же величины, как и на базе Т1 (при этом ручка «УРОВЕНЬ» должна быть установлена в среднее положение). Изменением потенциала на базе Т2, при помощи переменного сопротивления «УРОВЕНЬ», можно выбрать точку на сигнале, в которой начинается запуск развертки.

Когда ручка «УРОВЕНЬ» перемещается в направлении «+», потенциал на базе транзистора Т2 становится более положительным. Это вызовет увеличение тока через R12 и повышение потенциала эмиттеров Т1 и Т2.

Поскольку синхронизирующий сигнал должен открыть транзистор Т1, а на эмиттере стал потенциал более положительный, то Т1 открывается в более положительной точке на запускающем сигнале.

Полярность входного сигнала, синхронизирующего развертку, устанавливается тумблером В5 «±».

Когда переключатель В5 установлен в положении «+», коллектор транзистора Т2 подсоединяется к источнику +10В через диод Д8 и резистор R17. Диод Д10 закрыт. Коллекторный ток транзистора Т1 проходит через Д9, R13, Д11, L1, R20, R17. Когда положительный сигнал поступает на базу Т1, ток через Т1 увеличивается, при этом с коллектора Т1 снимается сигнал отрицательной полярности.

Если переключатель полярности установить в положение «—», то коллектор транзистора Т1 подсоединяется к источнику +10В через диод Д7 и резистор R17. Диод Д9 закрыт. Коллекторная нагрузка подключается к транзистору Т2. В этом случае усилитель работает по схеме с общей базой, и сигнал запуска, снимаемый с коллектора Т2, имеет полярность входного сигнала.

Отрицательный сигнал компаратора полярности управляет работой мультивибратора на туннельном диоде Д11.

7.4.5. Формирование синхроимпульса

Сигнал отрицательной полярности поступает на мультивибратор синхронизации на туннельном диоде Д11. Так как ток на индуктивности L1 мгновенно измениться не может, он протекает через туннельный диод Д11. Увеличение тока, протекающего через туннельный диод, переключит его в высоковольтное состояние. При этом вырабатывается импульс отрицательной полярности с очень

«крутым фронтом». При уменьшении тока через туннельный диод он перебросится в исходное низковольтное состояние.

7.4.6. Усилитель импульса

Отрицательный импульс с крутым фронтом, полученный при переключении мультивибратора на туннельном диоде Д11, поступает на базу транзистора Т3. Транзистор Т3 усиливает и инвертирует импульс. Диод Д12 ограничивает амплитуду сигнала на коллекторе транзистора Т3.

Трансформатор Тр1 инвертирует импульс и передает импульс отрицательной полярности к схеме генератора развертки через цепочку R24, С11.

7.4.7. Режим синхронизации «АВТ.»

Дифференцирующий усилитель

Отрицательный импульс с эмиттера транзистора Т3 подается на схему автосинхронизации через R26. Импульс с эмиттера Т3 поступает на базу Т4 в то же самое время, что и импульс с коллекторной цепи транзистора Т3 поступает на схему генератора развертки.

На коллекторе транзистора Т4 дифференцируется выходной импульс. Положительный перепад выходного импульса поступает через Д13 на автоматический мультивибратор.

Под действием отрицательных перепадов диод Д13 закрывается и блокирует вход автоматического мультивибратора.

Мультивибратор синхронизации

Мультивибратор синхронизации вырабатывает запускающий импульс для автоматического запуска генератора развертки. При отсутствии запускающего сигнала Т7 открыт, при этом на его базе имеется напряжение минус 0,3В. На базе Т5 удерживается потенциал минус 0,7В за счет падения напряжения на Д13. Так как Т5 и Т7 имеют общее эмиттерное сопротивление, то открытый транзистор определяет эмиттерное напряжение. Эмиттерное напряжение, установленное Т7, является положительным и вполне достаточным для того, чтобы предотвратить отпирание Т5. Схема остается в этом состоянии до тех пор, пока запускающий сигнал не поступит с Т4. Положительный импульс с Т4 поступает на базу транзистора Т5 и открывает его. Т5 и Т7 становятся регенеративными и переключаются в противоположное состояние. Т5 полностью определяет эмиттерный ток, а Т7 закрыт до тех пор, пока не восстановится мультивибратор. При отсутствии запускающего сигнала, Т6 закрывается напряжением +10В через Д15. Д14 также открыт. Когда Т5 переключается, напряжение на его коллекторе падает до минус 0,3В, которое запирает Д14 и Д15, транзистор Т6 открывается. Ког-

да Т6 открыт, напряжение на его коллекторе повышается до плюс 10В, вырабатывая выходной импульс для автоматического режима.

Когда Т5 открыт, напряжение на С13 падает до минус 0,3В и затем С13 начинает заряжаться до +80В. Однако, когда напряжение достигнет +10В, Д14 откроется и зафиксирует напряжение в этой точке. Ток через Т5 уменьшится и Т7 снова откроется, а Т5 закроется, ограничивая выходной импульс. Время восстановления мультивибратора равно 80мс, если подан только один запускающий импульс. Если запускающий сигнал является периодическим (выше 20Гц), Т5 остается открытым, удерживая уровень выходного напряжения на коллекторе Т6 при +10В. Напряжение будет удерживаться на этом уровне до тех пор, пока периодический запускающий импульс поступает на базу Т5.

7.5. Генератор развертки (У4)

7.5.1. Общие сведения

Генератор развертки вырабатывает три одновременных выходных импульса. Генератор развертки может управляться двумя входными сигналами.

Выходными сигналами являются:

отрицательный пилообразный импульс, подаваемый на усилитель горизонтального отклонения при внутренней развертке;

отрицательный импульс подсвета, подаваемый на усилитель Z для подсвета ЭЛТ;

отрицательное пилообразное напряжение, поступающее на гнездо «↻ ∨».

Входными сигналами являются:

отрицательные запускающие импульсы, поступающие со схемы синхронизации;

положительные импульсы, поступающие со схемы мультивибратора.

Переключатель «АВТ. ЖДУЩ. ОДНОКР.» обеспечивает три режима работы развертки. В положении «ЖДУЩ.» развертка возникает только тогда, когда поступает запускающий импульс со схемы синхронизации. Принцип работы в положении «АВТ.» почти такой же, как и в положении «ЖДУЩ.», за исключением того, что при отсутствии запускающего импульса синхронизации, возникает несинхронизированная развертка. В положении «ОДНОКР.» принцип работы аналогичен работе в положении «ЖДУЩ.» за исключением того, что развертка не имеет обратного хода. Описание работы схемы дано в положении переключателя «ЖДУЩ.».

7.5.2. Запуск развертки

Запускающий импульс со схемы синхронизации поступает на генератор развертки через диод Д20. Этот отрицательный импульс переключает диод Д21 в состояние высокого напряжения, в котором он остается до переброса мультивибратором восстановления развертки в конце развертки. Отрицательный сигнал на базе транзистора Т15 отпирает его и на его коллекторе вырабатывается положительный сигнал. Этот сигнал подается на разъединяющий диод Д35 и дифференциальный усилитель выходного сигнала на транзисторах Т17 и Т18.

7.5.3. Усилитель выходного сигнала

Положительный импульс с Т15 поступает на дифференциальный усилитель Т17, Т18. С коллектора Т17 снимается отрицательный импульс, который подается на вход гнездо « →) Z» и служит для подсвета ЭЛТ во время прямого хода развертки. Этот импульс также разряжает блокировочный конденсатор в начале каждого цикла развертки.

7.5.4. Разъединительный диод

Разъединительный диод Д35 открывается через R67, R68, R69 (У4), а также времязадающие резисторы R врем. (R36—R44), R34 (корпус).

Импульс с коллектора Т15 запирает Д35 и прерывает ток. Начинается прямой ход развертки.

7.5.5. Генератор развертки Миллера

Когда ток, протекающий через диод Д35 прерывается, времязадающий конденсатор (С22—С33) начинает заряжаться через времязадающие резисторы (R36—R44) и R34 (корпус), при помощи которого осуществляется калибровка. Времязадающие конденсатор и резистор выбираются переключателем В8 «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» при изменении скорости развертки. Переменным резистором R49 «ПЛАВНО» производится плавная регулировка скорости развертки путем изменения заряда конденсатора С врем. Положительно возрастающее напряжение с конденсатора С врем., который заряжается через R врем. от источника +80В, подается на сетку лампы Л2. Этот положительный потенциал поступает от лампы Л2 на базу транзистора Т20, создавая на его коллекторе выходной сигнал развертки отрицательной полярности. Выходной сигнал развертки подается на отрицательно заряженный вывод емкости С врем. Эта обратная связь обеспечивает заряд емкости С врем. от одного и того же положительного напряжения, удерживая постоянную скорость заряда и обеспечивая линейность пилообразного выходного напряжения. От-

рицательное пилообразное напряжение будет расти до тех пор, пока не сработает мультивибратор восстановления развертки. Выходной сигнал с коллектора транзистора Т20 поступает на вход усилителя горизонтального отклонения и на эмиттерный повторитель восстановления развертки.

7.5.6. Эмиттерный повторитель восстановления развертки

Отрицательное пилообразное напряжение с коллектора Т20 подается на эмиттерный повторитель восстановления развертки Т19. Диод Д33 обеспечивает защиту Т19 при прогреве. Отрицательный сигнал с эмиттера Т19 подается на мультивибратор восстановления развертки, а также на эмиттер усилителя начала развертки Т16 через диоды Д31 и Д26.

7.5.7. Усилитель начала развертки

Отрицательное пилообразное напряжение, поданное на диод Д31 с эмиттера транзистора Т19, запирает транзистор Т16. Транзистор Т16 остается закрытым до тех пор, пока не завершится обратный ход развертки. Когда напряжение на эмиттере Т19 возвратится к начальному уровню постоянной составляющей, Д31 открывается и Т16 также открывается. Постоянная составляющая напряжения с коллектора Т16 подается на отсекающий диод Д35 через диод Д30 для удержания постоянного напряжения на катоде Д35 и удержания нужной точки запуска развертки.

7.5.8. Мультивибратор восстановления развертки

Отрицательное напряжение с эмиттера транзистора Т19 поступает на диод Д24. В момент начала развертки этот диод закрыт. Когда потенциал на отрицательном электроде диода Д24 станет отрицательным, диод откроется на уровне сигнала, определяемом регулировкой переменного резистора R64. Отрицательный сигнал поступает на базу транзистора Т14, открывая его, при этом Т13 закроется. Напряжение на коллекторе Т14 станет положительным и переключит диод Д21 в состояние низкого напряжения. Начинается обратный ход развертки. Строб-импульс развертки оканчивается, и диод Д35 открывается. Времязадающая емкость быстро разрядится, возвращая потенциал сетки Л2 к первоначальному уровню. Положительный сигнал обратного хода с эмиттерного повторителя Т19 закрывает диод Д24. Когда потенциал эмиттера Т19 достигнет первоначального уровня, Т16 открывается, и устанавливается начальный уровень развертки.

Транзистор Т14 остается открытым в течение времени, достаточного для установления периода блокировки и для переброса всех

схем в исходное состояние до начала нового цикла развертки. Время блокировки определяется величиной заряда конденсатора С блок, который заряжается через резисторы R30, R31 (корпус) до +80В. Когда положительное напряжение на базе Т14 возрастет вследствие заряда С блок, Т14 закроется, а Т13 откроется. Отрицательный перепад напряжения с коллектора Т14 поступает на туннельный диод Д21, подготавливая его для приема следующего запускающего импульса.

Время блокировки изменяется на разных скоростях развертки изменением величин блокировочных емкостей при помощи переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Чтобы получить требуемую блокировку, блокировочная емкость разряжается отрицательным импульсом с коллектора Т17 в начале каждого цикла развертки.

На быстрых скоростях развертки ручка синхронизации «В. Ч.» позволяет регулировать время блокировки в пределах 10% для получения устойчивого изображения при больших скоростях развертки.

7.5.9. Режим автозапуска

Принцип работы генератора развертки в положении переключателя развертки «АВТ.» аналогичен работе в режиме «ЖДУЩ.», когда подан запускающий импульс. Однако, в режиме «АВТ.» при отсутствии запускающего импульса вырабатывается пилообразное напряжение развертки и на экране осциллографа видна контрольная линия. Это происходит следующим образом.

Т13 откроется по окончании обратного хода и блокировки. Т14 закроется, и через R61*, R59 и туннельный диод Д21 будет протекать ток. Этот ток недостаточен для запуска туннельного диода в ждущем режиме. В положении «АВТ.» переключателя режима работы В7, напряжение минус 10В подается на отрицательные электроды диодов Д18, Д19 через R53. Когда подан положительный автоматический строб-импульс с автоматического мультивибратора, ток протекает через R53 и Д18. При отсутствии строб-импульса ток будет протекать через Д19 и складываться с током, протекающим через R59. Этот ток достаточен для запуска туннельного диода Д21 сразу же после окончания периода блокировки.

7.5.10. Режим однократного запуска

Принцип работы генератора развертки в положении «ОДНОКР.» переключателя В7 аналогичен работе в других режимах. Однако, после возникновения одной развертки мультивибратор восстановления развертки не восстанавливается. Все последующие запускающие импульсы блокируются до тех пор, пока не будет нажата кнопка «ГОТОВ». В режиме «ОДНОКР.» переключателя В7-2в отсоединяется ток восстановления от схемы блокировки. На

базе транзистора Т14 имеется меньшее положительное напряжение, что позволяет каскаду работать как двухстабильный мультивибратор.

Цикл развертки возникает следующим образом. Когда развертка достигает уровня, установленного резистором R64, Т14 откроется и возвратит Д21 в закрытое состояние. Так как ток восстановления отключен, и на базе Т14 имеется отрицательное напряжение, достаточное для его отпирания, он остается в открытом состоянии и удерживает Д21 закрытым. Это условие сохраняется до тех пор, пока схема не восстановится.

7.5.11. Схема подготовки к однократному запуску генератора развертки

Схема подготовки к однократному запуску включает в себя кнопку на передней панели с надписью «ГОТОВ» с вмонтированной индикаторной лампочкой СМН9 и трех усилителей на транзисторах Т10, Т11, Т12 на плате У4. Назначение схемы состоит в том, чтобы в положении переключателя В7 «ОДНОКР.» и нажатии кнопки «ГОТОВ» выдать отрицательный импульс для отпирания транзистора Т13 триггера восстановления развертки.

Принцип действия схемы заключается в следующем: при нажатии кнопки «ГОТОВ» в базе открытого транзистора Т10 образуется делитель из R42* и R40, падение напряжения на R40 запирает транзистор Т10 и на его коллекторе образуется положительный импульс напряжения. Положительный импульс, пройдя через интегрирующую цепочку R45, С21 и R46, С22, воздействует на эмиттер транзистора Т11 и отпирает его. Ток открытого транзистора Т11 создает падение напряжения на R47, достаточное для отпирания транзистора Т12. При отпирании транзистора Т12 в его коллекторе образуется отрицательный импульс напряжения, который через цепочку R51, С23 воздействует на базу транзистора Т13 триггера восстановления. Транзистор Т13 открывается, а Т14 запирается. Схема генератора подготовлена к однократному запуску. При открытом транзисторе Т13 открываются транзисторы Т8, Т9 и загорается индикаторная лампочка в кнопке «ГОТОВ».

7.6. Усилитель горизонтального отклонения

Горизонтальный усилитель состоит из входного усилителя на транзисторах Т21, Т22 фазоинвертора (Т23, Т24) ограничивающей схемы (Д36, Д37, Д38, Д39), выходного усилителя [Т3, Т4, Т5, Т6 (корпус)].

7.6.1. Входной усилитель

Вид входного сигнала для усилителя горизонтального отклонения выбирается положением переключателя В6 «×1; ×0,1;

→) X». В положениях переключателя «×1; ×0,1» отрицательное пилообразное напряжение поступает на входной каскад на транзисторе Т21 с генератора развертки. В положении «ВХОД X» внешний сигнал для внешнего горизонтального отклонения поступает с входного катодного повторителя синхронизации Л1 на базу Т22. Входные усилители на транзисторах Т21, Т22 имеют низкое входное сопротивление и управляются по току. Ручки «ГРУБО», «ПЛАВНО» обеспечивают горизонтальное перемещение луча, которое осуществляется путем изменения постоянного тока входного усилителя Т21.

7.6.2. Фазоинвертор

Фазоинвертор на транзисторах Т23 и Т24 преобразует несимметричный входной сигнал в симметричный. Усиление этого каскада обратно пропорционально сопротивлению между эмиттерами транзисторов Т23 и Т24. В положениях переключателя В6 «×0,1» и « →) X» калиброванное усиление увеличивается в 10 раз путем подключения параллельного эмиттерного сопротивления (сопротивление между эмиттерами уменьшается). Переменные резисторы R107, R112 регулируют общее усиление горизонтального усилителя при обычных («×1») и растянутых («×0,1») развертках.

7.6.3. Оконечный усилитель (корпус)

Выход фазоинвертора соединяется с оконечным усилителем, собранном на транзисторах Т25, Т26 (У4), а также Т3, Т4, Т5, Т6 (корпус). Каждое плечо усилителя можно рассматривать как однотактный усилитель с обратной связью, усиливающий входной токовый сигнал для получения размаха сигнала, достаточного для горизонтального отклонения луча по экрану ЭЛТ.

Как и во входных усилителях входное сопротивление каскада мало, изменения входного напряжения незначительны. Конденсаторы С44, С45 регулируют переходную характеристику каскада для получения высокой линейности на быстрых развертках. Переменный резистор R115 регулирует входной ток оконечного усилителя для получения неподвижного изображения в центре экрана при растяжке в том случае, когда на коллекторах фазоинвертора равные потенциалы. Величина сигнала выходного усилителя ограничивается последовательно включенными диодами Д36, Д39. Последовательно включенные диоды предотвращают насыщение выходного усилителя. Когда выходное напряжение падает ниже 5В, последовательно включенный диод закроется и откроется один из параллельно включенных диодов Д37, Д38. Входной ток закорачивается, в результате чего ограничивается верхний предел напряжения противоположного транзистора.

7.7. Усилитель Z (У5)

При помощи усилителя Z осуществляется управление яркостью и подсветом луча электроннолучевой трубки Л2. Различные сигналы, поступающие на вход усилителя, преобразуются в импульсы, с помощью которых увеличивается и уменьшается яркость луча, полностью гасится изображение или отдельные его участки.

Входные сигналы поступают на эмиттер транзистора Т1. Диоды Д1 и Д2 предохраняют транзисторы от повреждений при минимальной яркости. Транзисторы Т2, Т3 усиливают сигнал. Емкость С4 обеспечивает высокочастотную коррекцию усилителя Z. Выходной сигнал снимается с эмиттерного повторителя Т4. Диод Д5 осуществляет защиту усилителя в случае короткого замыкания высокочастотного источника. Диод Д4 служит для защиты транзистора Т4.

Сигналы на усилитель Z поступают от следующих источников:

а) от регулировки резистора R51 «☼»;

б) от генератора развертки — для подсвечивания изображения во время прямого хода развертки;

в) от внешнего источника, подключенного к внешнему входу.

Переменный резистор R51 «☼», подсоединенный между источником напряжения +10В и землей, изменяет ток через транзистор Т1. При вращении ручки «☼» против часовой стрелки ток через транзистор Т1 будет уменьшаться. Выходной сигнал и напряжение управляющей сетки ЭЛТ будет более отрицательным, и яркость изображения будет меньшей.

При уменьшении тока напряжение на коллекторе транзистора Т1 становится положительным, и диод Д1 закрывается, а диод Д2 открывается.

При вращении ручки «☼» по часовой стрелке через транзистор Т1 протекает максимальный ток. При этом ток через транзистор Т4 также увеличивается, вырабатывая более положительное сеточное смещение ЭЛТ, что увеличивает яркость изображения. Стабилитрон Д3, подсоединенный к источнику напряжения +80В, фиксирует коллекторное напряжение Т4 на уровне +95В при максимальной яркости. Это напряжение подается также на переменный резистор «R74 «▨».

Подсвечивание изображения развертки происходит аналогично. Во время обратного хода развертки изображение ЭЛТ не подсвечивается вследствие того, что через транзистор Т1 протекает минимальный ток.

В положении переключателя В6 «→ X» на эмиттер транзистора Т1 подается напряжение +10В через резистор R28 (кор-

пус). Это повышает входной сигнал до уровня, достаточного для подсвечивания трубки. На экране можно наблюдать внешний горизонтальный сигнал.

Сигнал, поступивший на гнездо « ⊖ Z», подается на катод ЭЛТ и усилитель Z. Низкочастотные сигналы на катод ЭЛТ не проходят, так как блокируются конденсатором C1. Они проходят на усилитель Z, уменьшая яркость, если они положительны, и увеличивая ее, если они отрицательны. Высокочастотные сигналы подаются непосредственно на катод ЭЛТ, вызывая тот же эффект, что и Н. Ч. сигналы, проходящие на усилитель Z.

Этим обеспечивается почти постоянная яркостная модуляция от 20 Гц до 35 МГц.

7.8. Калибратор (У6)

Калибратор состоит из генератора на транзисторах T1 и T2, усилителя на транзисторе T3, эмиттерного повторителя T4 и выходного делителя [R52—R62 (корпус)].

7.8.1. Генератор

Частота генератора определяется трансформатором Тр1 и конденсатором C35 (корпус). Точность и стабильность частоты этой схемы обеспечивается высококачественным конденсатором C35 (корпус), который имеет температурный коэффициент емкости, противоположный температурному коэффициенту индуктивности трансформатора Тр1. Генерация осуществляется за счет обратной связи с обмотки трансформатора Тр1 на базу триода T1.

Выходной сигнал прямоугольной формы с триода T2 подается на усилительный каскад на транзисторе T3.

7.8.2. Усилитель

Усилитель на транзисторе T3 работает в режиме переключения. Когда T2 открыт, T3 будет закрыт, и коллекторное напряжение возрастет до напряжения источника питания +80В. Когда триод T2 закрыт, напряжение на коллекторе T3 падает до нуля.

7.8.3. Эмиттерный повторитель

Прямоугольные импульсы с коллектора T3 поступают на эмиттерный повторитель T4, в эмиттере которого стоит делитель на резисторах R52—R62 (корпус). Выходной делитель обеспечивает 11 калиброванных значений напряжения (50; 20; 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,2; 0,1; 0,05; 0,02В).

В положении «—» переключателя В9 эмиттер триода Т3 отсоединяется от земли, ток через Т3 прерывается, и на его коллекторе устанавливается постоянное напряжение источника +80В. Напряжение +80В поступает на базу Т4. С делителя в цепи эмиттера Т4 снимаются постоянные калиброванные значения напряжений.

8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

В приборе имеются напряжения, опасные для жизни. Поэтому категорически запрещается работа с прибором, если на нем нет защитного кожуха и его корпус не заземлен.

Внутри прибора на блоках и узлах, где имеется напряжение свыше 500В, нанесен знак ϟ, предупреждающий об особой опасности при эксплуатации.

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

При измерениях в схеме питания ЭЛТ пользуйтесь высоковольтным пробником, т. к. в схеме имеется высокое напряжение. Помните, что это напряжение сохраняется и после выключения прибора в течение трех—пяти минут.

Корпус прибора необходимо заземлить путем соединения клеммы «⏚» на передней панели с шиной защитного заземления.

9. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

9.1. Установка прибора на рабочем месте

Для удобства работы с прибором ручка переноса, закрепленная на боковых стяжках, используется как подставка. Чтобы установить прибор под удобным к оператору углом наклона, нажмите одновременно с двух сторон на ручку в местах крепления, поверните и отпустите — ручка зафиксируется в нужном положении.

Прибор установите так, чтобы во время работы обеспечивалась свободная вентиляция. Вентиляционные отверстия корпуса не должны быть закрыты другими предметами.

Перед включением прибора убедитесь в наличии и соответствии предохранителя на задней стенке прибора и проверьте, соответствует ли положение тумблера напряжения сети на задней стенке напряжению сети питания.

Перед подключением прибора к питающей сети заземлите корпус прибора.

9.2. Описание органов управления

Расположение органов управления на передней панели прибора показано на рис. 1 (приложения).

9.2.1. Органы управления ЭЛТ:

„⊙" — регулирует четкость изображения — фокусировка;

„✳" — регулирует яркость изображения;

„💡" — регулирует освещение шкалы;

„⌀" — регулирует четкость изображения — астигматизм.

Используется совместно с ручкой « ⊙ ».

9.2.2. Органы управления усилителем Y:

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — устанавливает коэффициент вертикального отклонения. Ручка «ПЛАВНО» должна находиться в положении « ▼ », соответствующем калиброванным коэффициентам отклонения, указанным на передней панели;

«ПЛАВНО» — обеспечивает плавную регулировку коэффициента отклонения в каждом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

„↕" — регулирует положение изображения по вертикали;

«БАЛАНС» — балансирует предусилитель вертикального отклонения в положениях «0,005», «0,01», «0,02» и «0,05» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»;

„▼" — регулирует усиление усилителя Y;

„⎓ ⊥ ~" — выбирает способ подачи входного сигнала на вход усилителя Y « ⊖ »;

„⎓" — все составляющие входного сигнала проходят на вход усилителя Y « ⊖ »;

„⊥" — заземляется входная схема усилителя (входной сигнал не заземлен);

„~" — блокируется постоянная составляющая входного сигнала. Низкочастотный предел составляет 1,6 Гц;

„⊖" — входное гнездо для подачи исследуемых сигналов.

9.2.3. Органы управления синхронизацией

«+; —» — выбирает полярность запускающего сигнала, синхронизирующего развертку;

«+»	— развертка синхронизируется положительным импульсом запускающего сигнала;
«—»	— развертка синхронизируется отрицательным импульсом запускающего сигнала;
„⩘~"	— устанавливает режим запуска схемы синхронизации:
„⩘"	— проходят запускающие сигналы от постоянного тока до 35 МГц;
„~"	— постоянная составляющая блокируется и ослабляются сигналы ниже 30 Гц;
«УРОВЕНЬ»	— выбирает уровень на исследуемом сигнале, от которого происходит запуск развертки;
«В. Ч.»	— обеспечивает устойчивое изображение сигналов частоты свыше 10 МГц;
«ВНУТР.; СЕТЬ; 1 : 1; 1 : 10 ВНЕШН.»	— выбирает источник синхронизирующего сигнала:
«ВНУТР.»	— выбирается внутренний источник синхронизирующего сигнала. Развертка синхронизируется сигналом, поступающим из канала вертикального отклонения;
«СЕТЬ»	— развертка синхронизируется сигналом с частотой питающей сети;
«1 : 1»	— развертка синхронизируется внешним сигналом, поданным на гнездо «ВНЕШН.» синхронизации;
«1 : 10»	— внешний синхронизирующий сигнал ослабляется в 10 раз;
«ВНЕШН.», « ⊖ X»	— входное гнездо для внешнего синхронизирующего сигнала. Это гнездо используется также в качестве внешнего горизонтального входа « ⊖ X», когда переключатель «×1; ×0,1; ⊖ X» установлен в положение « ⊖ X»;
„⊥"	— клемма корпусная, используется для заземления корпуса прибора.

9.2.4. Органы управления разверткой.

«ВРЕМЯ/ДЕЛ.»	— устанавливает скорость развертки. Ручка «ПЛАВНО» должна находиться в положении « ▼ », соответствующем калиброванной скорости развертки;

«ПЛАВНО»	— обеспечивает плавную регулировку скорости развертки в каждом положении переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;
« ←•→ »	— ручки «ГРУБО», «ПЛАВНО» регулируют положение изображения по горизонтали: «ГРУБО» — обеспечивает грубое перемещение по горизонтали; «ПЛАВНО» — обеспечивает плавное перемещение по горизонтали;
« ▼ »	— регулирует скорость развертки во всех положениях переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;
«×1; ×0,1; →) X»	— устанавливает вид развертки:
«×1»	— скорость развертки устанавливается переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.»;
«×0,1»	— увеличивает скорость развертки в 10 раз за счет растяжки центрального участка изображения;
« →) X»	— горизонтальное отклонение осуществляется внешним сигналом, который подается на гнездо « →) X» синхронизации;
«АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.»	— устанавливает режим запуска развертки;
«АВТ.»	— обеспечивается развертка независимо от наличия запускающего сигнала. Синхронизация осуществляется любым сигналом с частотой не ниже 30 Гц;
«ЖДУЩ.»	— запуск развертки осуществляется только при наличии сигнала синхронизации;
«ОДНОКР.»	— запуск одноразовой развертки осуществляется одиночным сигналом. Для следующего запуска необходимо подготовить схему — нажать кнопку «ГОТОВ»;
«ГОТОВ»	— свечение сигнальной лампочки указывает на то, что развертка может быть запущена приходящим сигналом. После окончания цикла развертки следует вновь нажать на кнопку «ГОТОВ», чтобы подготовить схему развертки к новому запуску;
« ⊖→ V »	— гнездо выхода генератора пилообразного напряжения.

9.2.5. Органы управления калибратора амплитуды и длительности:

«⊖»	— гнездо выхода сигнала калибратора амплитуды и длительности;
«ВЫКЛ.»; «⎍ 1 kHz; —»	— устанавливает режим калибратора:
«ВЫКЛ.»;	— калибратор выключен;
«⎍ 1 kHz;»	— вырабатывается выходной прямоугольный сигнал калибратора амплитуды и длительности с частотой повторения 1 кГц;
«—»	— устанавливается постоянное выходное напряжение калибратора;
«СЕТЬ»	— свечение сигнальной лампы указывает, что тумблер «СЕТЬ» включен и прибор подсоединен.

9.2.6. Органы управления на задней панели:

«→ Z»	— гнездо для подачи сигнала, осуществляющего яркостную модуляцию луча ЭЛТ;
«⊥»	— корпусное гнездо;
«2А»	— держатель предохранителя сети;
«115V; 220V»	— тумблер выбора напряжения питающей сети.

9.3. Включение и проверка работоспособности прибора

В этом подразделе подробно описывается назначение органов управления и разъемов. При первом ознакомлении с прибором обязательно выполните изложенную ниже последовательность операций.

9.3.1. Установите ручки управления на передней панели следующим образом:

а) ручки управления ЭЛТ:

«☼»	— против часовой стрелки;
«⊙»	— среднее положение;
«☼»	— против часовой стрелки;

б) ручки управления усилителем:

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.»	— 0,05;

«ПЛАВНО» — в положение « ▼ »;

↕ — в среднее положение;

„≈;⊥;~" — «⊥» (земля);

в) ручки управления синхронизацией:

«УРОВЕНЬ» — по часовой стрелке;

«+; —» — в любом положении

«≈;~» — «~»

«ВНУТР.; СЕТЬ;

ВНЕШН. 1 : 1; ВНЕШН. 1 : 10 — в положение «ВНУТР.»;

г) ручки управления разверткой:

«ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — 0,5ms;

«ПЛАВНО» — в положение « ▼ »;

«×1; ×0,1; → X»—«×1»;

„ ←•→ " — в среднее положение;

«АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» — «АВТ.».

д) ручки управления калибратором:

«КАЛИБРАТОР» — «200 mV»

«ВЫКЛ.; ⎍ 1кHz; —»—« ⎍ 1кHz»

Тумблер «СЕТЬ» — нижнее положение.

Завод выпускает прибор, включенный на напряжение 220В.

Убедитесь в соответствии положения тумблера «115V; 220V» напряжению питающей сети и подсоедините прибор к сети питания. Включите прибор переводом тумблера «СЕТЬ» на передней панели прибора в верхнее положение. При этом должна загореться сигнальная лампочка. Дайте прибору прогреться в течение 2—3 минут.

Приступите к подстройке режимов и проверке работоспособности прибора.

9.3.2. Регулировка ручками управления ЭЛТ

Регулируйте яркость только после установления луча около средней линии рабочей части экрана. Вращайте ручку « ✳ » до тех пор, пока изображение не станет удобным для наблюдения.

Установите переключатель «≈;⊥;~» в положение «~» и соедините кабелем гнездо « ⊂→ » калибратора с гнездом «→⊃»

усилителя Y. Поворачивайте ручку «УРОВЕНЬ» до получения устойчивого изображения.

Установите ручкой « ⊙ » четкое изображение по всей длине изображения. Если нельзя достичь хорошей фокусировки изображения, следует произвести регулировку астигматизма (см. п. 10.1.2).

Прекратите подачу входного сигнала, для чего достаточно перевести переключатель «≈;⊥;~» в положение «⊥». Ручкой « ↕ » совместите линию развертки с центральной горизонтальной линией сетки.

Поворачивайте ручку « ☼ » по часовой стрелке. Начиная с некоторого положения градуированные линии сетки подсвечиваются (это особенно заметно при установке темных фильтров). Установите удобное для работы освещение шкалы.

9.3.3. Регулирование ручками усилителя Y

Переведите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» из положения «0,05» в положение «0,005». Если вертикальное положение линии смещается, то сбалансируйте усилитель Y (см. п. 10.1.3).

Установите переключатель «КАЛИБРАТОР» в положение «100mV», а переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02».

Установите переключатель «≈;⊥;~» в положение «~ ».

Поворачивайте ручку «УРОВЕНЬ» до получения устойчивого изображения.

Установите ручкой « ↕ » изображение по центру экрана. Изображение представляет собой прямоугольные импульсы. Величина амплитуды должна составлять 5 делений.

Если амплитуда изображения не составляет 5 делений, откалибруйте усилитель Y переменным резистором « ▼ », выведенным под шлиц на переднюю панель.

Поверните ручку «ПЛАВНО» против часовой стрелки до упора. Изображение уменьшается не менее, чем в 2,5 раза. Ручку «ПЛАВНО» поверните снова в положение « ▼ ».

9.3.4. Регулировка ручками синхронизации

Установите переключатель «АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» в положение «ЖДУЩ.». Снова вращайте ручку «УРОВЕНЬ» по всему диапазону. Устойчивое изображение появится только тогда, когда засинхронизируется развертка. Возвратите переключатель «АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» в положение «АВТ.».

Установите тумблер «+; —» в положение «—». Линия развертки начнется на отрицательной части импульса. Переключите тумблер «+; —» в положение «+», линия развертки начнется на положительной части прямоугольного импульса.

Установите тумблер «≈ ~» в положение «≈». Поворачивайте ручку « ↕ » до тех пор, пока изображение станет неустойчивым. Верните тумблер « ≈; ~ » в положение « ~ », изображение снова устойчивое. Так как смещение изображения изменяет уровень постоянной составляющей — это показывает, как влияет на синхронизацию изменение постоянного уровня при режиме запуска « ~ ». Верните изображение в центр экрана.

Подайте сигнал калибратора также на гнездо синхронизации «ВНЕШН.».

Установите переключатель «ВНУТР.; СЕТЬ; 1 : 1; 1 : 10 ВНЕШН.» в положение «1 : 1 ВНЕШН.». Регулировки ручками управления «УРОВЕНЬ», «+; —», «≈; ~» аналогичны описанным выше в п. 9.3.4.

Установите переключатель «ВНУТР.; СЕТЬ; 1 : 1; 1 : 10 ВНЕШН.» в положение «1 : 10 ВНЕШН.». Регулировки те же, что в положении «1 : 1 ВНЕШН.». При этом ручка «УРОВЕНЬ» имеет меньший диапазон регулировки в этом режиме, т. к. сигнал ослабляется.

Верните переключатель «ВНУТР.; СЕТЬ; 1 : 1; 1 : 10 ВНЕШН.» в положение «ВНУТР.».

9.3.5. Регулировка ручками развертки

Установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «5ms», а переключатель «×1; ×0,1; → X» в положение «×0,1». Изображение должно быть аналогично изображению при установке переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,5 ms», а переключателя «×1; ×0,1; → X» в положение «×1» (т. е. при выключенной растяжке).

Поверните ручку «ГРУБО» по всему диапазону. Изображение будет перемещаться по горизонтали. Ручка « ←•→ ПЛАВНО» дает возможность более точно установить изображение в нужном положении. Возвратите начало изображения к левой линии сетки.

Поверните ручку «ПЛАВНО» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.»

против часовой стрелки до упора. Скорость развертки увеличится не менее, чем в 2,5 раза. Возвратите ручку «ПЛАВНО» в положение « ▼ ».

Установите переключатель «АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» в положение «ОДНОКР.». Нажмите кнопку «ГОТОВ». Индикаторная лампочка кнопки «ГОТОВ» загорается, что свидетельствует о готовности схемы к запуску. Подайте сигнал на гнездо « ⊖ » усилителя Y. На экране появится изображение и индикаторная лампочка погаснет. Верните переключатель «АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» в положение «АВТ.».

Функции усилителя Z могут быть определены при значительном внешнем сигнале — не менее 5В полного размаха амплитуды. Подайте внешний сигнал на гнездо « ⊖ » усилителя Y и гнездо « ⊖ Z». Установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы на экране укладывалось пять периодов импульса. Интенсивность подсвета положительных пиков будет ослаблена, а отрицательных — усилена, что означает модуляцию яркости.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. Правила эксплуатации

10.1.1. Регулировка яркости

При регулировке яркости изображения возможно нарушение фокусировки. В этом случае необходима подстройка при помощи ручки « ⊙ ». Для предохранения люминофора от прожигания не устанавливайте чрезмерную яркость. При использовании темных фильтров необходимо устранить опасность установки большой яркости. Помните, что яркость не должна быть слишком большой, особенно при переключении переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» от больших скоростей развертки к малым и переключателя «×1; ×0,1; ⊖ X».

10.1.2. Регулировка астигматизма

Для проверки правильной установки ручки « ▱ » медленно вращайте ручку « ⊙ », проходя через положение наилучшей фокусировки.

Если ручка « ▱ » установлена правильно, то вертикальные и горизонтальные участки изображения будут хорошо сфокусированы в одном и том же положении ручки « ⊙ ». Для правильной установки ручки « ▱ » проделайте следующие операции:

а) подайте сигнал калибратора величиной 1В на вход усилителя Y « ⊖ », переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установите величину изображения, равную 2 делениям;

б) установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,1 μS»;

в) установите при средних положениях ручек « ⊙ » и « ▨ » такую яркость изображения, чтобы был виден фронт калибровочного импульса;

г) установите ручку « ▨ » так, чтобы горизонтальные и вертикальные участки изображения одинаково фокусировались (но не обязательно, чтобы очень хорошо);

д) добейтесь при помощи ручки « ⊙ », чтобы вертикальная часть изображения была как можно тоньше.

Для получения наилучшей фокусировки операции по пунктам г) и д) повторите.

10.1.3. Балансировка

Для проверки независимости режима усилителя от переключения переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установите переключатель « ≂ ⊥ ~ » в положение « ⊥ », а переключатель «АВТ.; «ЖДУЩ.; «ОДНОКР.» в положение «АВТ.».

Устанавливайте переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» сначала в положение «0,05», а затем в положение «0,005» по вертикали. Если линия развертки смещается, то необходимо осуществить балансировку после прогрева прибора в течение 10 мин. следующим образом:

а) в положении « ⊥ » переключателя « ≂; ⊥; ~ » и «0,05» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установите линию развертки в центре экрана ЭЛТ ручкой « ↕ »;

б) установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,005» и при помощи ручки «БАЛАНС» возвратите линию развертки в положение, которое она занимала при «0,05»;

в) повторяйте пп. а) и б) до тех пор, пока линия развертки перестанет перемещаться при переключении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» из положения «0,05» в положение «0,005».

10.1.4. Регулировка усиления усилителя

С целью проверки усиления усилителя Y установите переключатели «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» на «0,05», а «КАЛИБРАТОР» на «200 mV». Соедините гнездо « ⊖ » калибратора с гнездом « ⊖ » усилите-

ля Y. Вертикальное отклонение должно составлять точно четыре деления, если нет, то регулировкой « ▼ » установите точно четыре деления.

Для проведения наиболее точных измерений калибруйте вертикальное усиление в каждом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», а также при температуре, при которой производится измерение.

10.1.5. Способы подачи сигнала

Подачу исследуемого сигнала через делитель 1 : 10 можно считать наиболее удобным способом, так как при этом входное сопротивление прибора увеличивается до 10 МОм, а входная емкость уменьшается до 10±1 пФ. Следовательно, прибор почти не нарушает исследуемую схему. Однако делитель 1 : 10 ослабляет исследуемый сигнал в 10 раз.

При исследовании низкочастотных сигналов можно подавать сигнал на вход прибора при помощи прямого кабеля.

10.1.6. Входное соединение.

Переключатель «⎓;⊥;~» устанавливает вид связи входа усилителя Y с источником исследуемого сигнала.

В положении «⎓» осуществляется связь с источником исследуемого сигнала по постоянному току. Это положение может быть использовано в большинстве случаев.

Однако, если постоянная составляющая исследуемого сигнала гораздо больше переменной составляющей, то целесообразно выбрать связь с источником сигнала по переменному току «~». Связь по постоянному току следует применять при исследовании низкочастотных сигналов. В положении «~» постоянная составляющая исследуемого сигнала блокируется конденсатором.

В положении «⊥» исследуемый сигнал, подаваемый на гнездо « ⊖ » прибора, прерывается, но не заземляется. При этом входная схема усилителя вертикального отклонения отсоединяется от источника исследуемого сигнала и заземляется, устраняя необходимость внешнего заземления входа с целью установления заземления по постоянному току.

Положение «⊥» может быть также использовано для предварительной зарядки входного конденсатора до среднего уровня напряжения исследуемого сигнала, подаваемого на гнездо « ⊖ » усилителя Y. Это дает возможность измерения только переменной составляющей входного сигнала, содержащего как постоянную составляющую, так и переменную. Для предварительной зарядки входного конденсатора:

а) перед подачей исследуемого сигнала, содержащего постоянную составляющую, на гнездо « ⊖ » усилителя Y, установите переключатель в положение «⊥»;

б) подайте сигнал и подождите несколько секунд;

в) установите переключатель «⎓; ⊥; ~» в положение «~». Изображение останется на экране, а переменная составляющая сигнала может быть измерена обычным способом.

10.1.7. Коэффициент отклонения усилителя Y.

Коэффициент отклонения усилителя Y устанавливается переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручкой «ПЛАВНО» и зависит от коэффициента ослабления делителя 1 : 10 (если такой применяется) и величины исследуемого сигнала.

Калиброванные коэффициенты отклонения устанавливаются переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» только в том случае, когда ручка «ПЛАВНО» установлена в положение «▼».

Ручкой «ПЛАВНО» можно изменять коэффициент отклонения в каждом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» не менее, чем в 2,5 раза.

Ручка «ПЛАВНО» увеличивает максимальный коэффициент отклонения осциллографа по крайней мере до 25 вольт/дел. (в положении «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»).

10.1.8. Источник запуска.

В большинстве случаев может быть использована внутренняя синхронизация. Источник синхронизирующего сигнала выбирается переключателем «ВНУТР.; СЕТЬ; 1 : 1; 1 : 10 ВНЕШН.».

«ВНУТР.» — в этом положении запускающий сигнал поступает на вход схемы синхронизации из усилителя вертикального отклонения;

«СЕТЬ» — сигнал с частотой питающей сети поступает на вход схемы синхронизации. Синхронизация от сети используется, когда исследуемый сигнал имеет временную зависимость от частоты сети, либо в том случае, когда в сложном сигнале есть составляющие с частотой сети;

«ВНЕШН. 1 : 1» — синхронизация осуществляется внешним сигналом, который следует подать на гнездо «→X» синхронизации. Для получения устойчивой синхронизации внешний сигнал должен зависеть во времени от исследуемого сигнала. Внешний сигнал для синхронизации используется в том случае, если внутренний синхронизирующий сигнал слишком мал или содержит составляющие нежелательные для синхронизации. Этот режим удобен тем, что развертка все время синхронизируется одним и тем же сигналом, что позволяет исследовать сигналы

различной формы, амплитуды и частоты без перестройки регулировок синхронизации;

«ВНЕШН. 1 : 10» — принцип работы схемы в этом положении аналогичен работе в положении «ВНЕШН. 1 : 1» с учетом того, что внешний синхронизирующий сигнал ослабляется в 10 раз.

Положение «ВНЕШН. 1 : 10» используется в том случае, если амплитуда внешнего сигнала, подаваемого на вход синхронизации больше, чем 5—6 вольт. При амплитуде сигнала большей 30В сигнал на вход внешней синхронизации в положении «ВНЕШН. 1 : 10» следует подавать через внешний выносной делитель синхронизации. Для контроля величины сигнала, подаваемого на вход синхронизации, подайте внешний сигнал через выносной делитель синхронизации на гнездо « ⊕ » и поворотом ручки внешнего выносного делителя синхронизации установите амплитуду на шкале экрана осциллографа не более 30В. Затем, не трогая ручки выносного делителя, подайте сигнал через внешний выносной делитель на вход синхронизации «ВНЕШН. 1 : 10»

10.1.9. Выбор режима запуска

В приборе предусмотрено два режима запуска схемы синхронизации, которые устанавливаются тумблером « ~; ⎓ »:

„~" — в этом положении постоянная составляющая запускающего сигнала блокируется, т. е. не поступает на вход схемы синхронизации, а также ослабляются сигналы с частотой ниже 30 Гц. Этот режим запуска может быть использован в большинстве случаев. Точка запуска зависит от среднего уровня напряжения запускающей сигнала. Если запускающие сигналы будут случайными, не периодическими, то средний уровень напряжения будет меняться, что будет изменять и точку запуска. А это приводит к нарушению синхронизации. В этих случаях пользоваться режимом «~» не рекомендуется, а следует применять режим по постоянному току (тумблер « ~⎓» устанавливается в положение «⎓»);

„⎓" — в этом положении обеспечивается устойчивая синхронизация низкочастотными сигналами

ми, которые ослабляются в положении „≂", или сигналами с малой частотой повторения. Ручкой «УРОВЕНЬ» можно обеспечить запуск схемы синхронизации на любом уровне запускающего сигнала.

При внутренней синхронизации ручкой „ ↕ "

также изменяют уровень запуска.

10.1.10. Полярность запуска.

Тумблер «+—» выбирает полярность запускающего сигнала, синхронизирующего развертку. Когда он установлен в положении «+», развертка синхронизируется положительной частью запускающего сигнала, в положении «—» — отрицательной частью запускающего сигнала.

Когда на экране ЭЛТ появляется несколько периодов исследуемого сигнала, положение тумблера «+—» не имеет значения. Однако при исследовании определенной части периода правильное положение тумблера «+—» имеет значение.

10.1.11. Уровень запуска.

Ручкой «УРОВЕНЬ» выбирается точка на запускающем сигнале, в которой синхронизируется развертка.

Прежде чем установить ручку «УРОВЕНЬ», выберите источник синхронизирующего сигнала, режим запуска схемы синхронизации и полярность запускающего сигнала. Затем установите ручку «УРОВЕНЬ» в среднее положение. Если развертка не синхронизируется в этой точке, вращайте ручку «УРОВЕНЬ» до появления синхронизации. В положении «≂» тумблера «≂; ~» можно получить синхронизацию при любом положении ручки «УРОВЕНЬ» в зависимости от уровня постоянной составляющей запускающего сигнала. Для нахождения точки, в которой синхронизируется развертка, перемещайте ручку «УРОВЕНЬ» против часовой стрелки до конца. Затем медленно перемещайте ручку «УРОВЕНЬ» по часовой стрелке до тех пор, пока развертка не засинхронизируется.

10.1.12. Стабильность «В. Ч.».

Регулировка ручкой «В. Ч.» обеспечивает устойчивое изображение исследуемых сигналов при скоростях развертки 20 нс/дел. и 10 нс/дел., когда невозможно получить устойчивое изображение при помощи регулировки «УРОВЕНЬ». Подстройку производите

ручкой «В. Ч.» до получения минимальной размытости по горизонтали. Влияние этой регулировки незаметно при низких скоростях развертки.

10.1.13. Режимы запуска развертки

«АВТ.». В большинстве случаев можно использовать работу схемы развертки в режиме автозапуска. Этот режим используется, чтобы получить линию развертки при отсутствии запускающего сигнала. При наличии запускающего сигнала устойчивую синхронизацию можно получить путем регулировки ручки «УРОВЕНЬ», как описано выше. При отсутствии запускающего сигнала или когда частота запускающего сигнала меньше 30 Гц развертка не синхронизируется; «ЖДУЩ.». При наличии запускающего сигнала в этом режиме развертка работает так же, как и в режиме «АВТ.» при наличии запускающего сигнала. При отсутствии запускающего сигнала схема развертки не срабатывает.

Ждущий режим используется при исследовании сигналов с частотой ниже 30 Гц и в том случае, когда линия развертки не нужна на экране ЭЛТ при отсутствии запускающего сигнала; «ОДНОКР.». При исследовании непериодических редко повторяющихся сигналов, а также сигналов, изменяющихся по амплитуде, форме или во времени обычная периодическая развертка дает неустойчивое изображение. В этих случаях для получения устойчивого изображения используется однократная развертка. Этот режим также может быть использован для фотографирования непериодического сигнала. Для получения однократного режима установите переключатель «АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» в положение «АВТ.» или «ЖДУЩ.» и ручкой «УРОВЕНЬ» установите по возможности устойчивое изображение исследуемого сигнала. Затем переключатель «АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» установите в положение «ОДНОКР.» и нажмите кнопку «ГОТОВ». Когда кнопка «ГОТОВ» нажата, приходящий импульс запустит развертку и на экране ЭЛТ появится одноразовая развертка. Для нового запуска развертки снова нажмите кнопку «ГОТОВ». В кнопке «ГОТОВ» вмонтирована сигнальная лампочка. Она загорается, когда схема развертки готова к запуску, и гаснет после завершения цикла развертки.

10.1.14. Калибровка длительности развертки

Для проверки калибровки развертки установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,5 mS», ручку «ПЛАВНО» в положение «▼», переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02».

Установите переключатель «ВЫКЛ; ⎍⎍ 1kHz—» — в положение «⎍⎍ 1kHz» переключатель калибратора в положение «100mV». Подсоедините гнездо ⊖ калибратора на гнездо „⊕" усилителя Y.

Откалибруйте развертку регулировкой « ▼ » так, чтобы на 10 делениях шкалы экрана укладывалось 5 периодов импульсов калибратора.

10.1.15. Выбор длительности развертки

При помощи ручки «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» устанавливается длительность калиброванной развертки генератора развертки в пределах от 0,1 мкс/дел до 50 мс/дел. Длительность развертки калибрована, когда ручка «ПЛАВНО» установлена в положение « ▼ ». Для точных измерений временных интервалов рекомендуется использовать часть шкалы, ограниченную первым и девятым делением, т. е. не использовать первое и последнее деления шкалы.

Ручкой «ПЛАВНО» обеспечивается плавное уменьшение длительности развертки в 2,5 раза. Это позволяет расширить предел длительности обзорной развертки более чем до 1 с на экран при положении переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «50 mS» и ручки «ПЛАВНО» в крайнем против часовой стрелки положении.

10.1.16. Растяжка длительности развертки

Предусмотрена десятикратная растяжка центрального участка длительности развертки. Эквивалентная длительность растянутой развертки составляет 100 делений и любой участок растянутой развертки величиной в 10 делений можно устанавливать на экране ЭЛТ при помощи ручек управления горизонтальным перемещением луча « ←•→ ГРУБО», « ←•→ ПЛАВНО». Регулировка «ПЛАВНО» используется при растяжке для точного совмещения исследуемого сигнала с линиями шкалы ЭЛТ. Для того, чтобы использовать растяжку длительности развертки, переместите прежде всего в центр экрана ЭЛТ часть изображения, которую необходимо растянуть. Затем установите переключатель «×1; ×0,1; ⊖ X» в положение «×0,1». При помощи ручки «ПЛАВНО» установите изображение растянутого участка так, как вам необходимо. Когда переключатель «×1; ×0,1; ⊖ X» установлен в положение «×0,1», скорость развертки определяется путем умножения на 0,1 показаний переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.».

Например, если переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен в положение «0,5μS», то скорость растянутой развертки равна 0,05 мкс/дел. Растянутая развертка калибрована только в том случае, если ручка «ПЛАВНО» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлена в положение « ▼ ».

10.1.17. Внешняя горизонтальная развертка

В некоторых случаях необходимо исследовать зависимость одного сигнала от другого, а не от времени (внутренняя развертка). Для создания внешней горизонтальной развертки установите переключатель «×1; ×0,1; → X» в положение « → X», переключатель «ВНУТР.; СЕТЬ; ВНЕШН. 1 : 1; ВНЕШН. 1 : 10» в положение «ВНЕШН. 1 : 1». Подайте на гнездо внешнего входа синхронизации « → » внешний сигнал. Этот сигнал поступает на горизонтальный усилитель, создавая развертку по горизонтали. В положении «ВНЕШН. 1 : 10» внешний сигнал ослабляется в 10 раз. Для плавной регулировки внешнего сигнала используется выносной делитель внешней синхронизации.

10.1.18. Яркостная модуляция

Яркостная модуляция (по z-оси) может использоваться для получения нужной информации об исследуемом сигнале без изменения его формы. Для осуществления яркостной модуляции подайте модулирующий сигнал на гнезда « → Z», расположенные на задней панели прибора. Амплитуда напряжения, требуемая для осуществления яркостной модуляции, зависит от положения ручки «ЯРКОСТЬ». При среднем уровне яркости сигнал с размахом 1,5В эфф. создает заметную яркостную модуляцию.

При помощи внешнего сигнала можно производить измерение временных интервалов при некалиброванной развертке, а также в том случае, когда горизонтальная развертка создается внешним сигналом. Если временные метки не зависят во времени от исследуемого сигнала — следует использовать однократную развертку (только с внутренним запуском), чтобы получить устойчивое изображение. Самое четкое изображение получается, когда яркостная модуляция осуществляется сигналом с крутыми фронтами.

Когда гнездо « → Z» не используется, его желательно закорачивать на землю.

10.1.19. Калибратор

Выходное напряжение калибратора представляет собой прямоугольные импульсы с частотой следования 1 кГц.

Выходное напряжение калибратора используется для проверки усилителя вертикального отклонения и горизонтальной развертки. Сигналы калибратора используются также для проверки и компенсации выносного делителя 1 : 10. Кроме того, сигнал калибратора может использоваться как источник сигнала для других приборов.

Калибратор вырабатывает прямоугольные импульсы с размахом 20 мВ, 50 мВ, 100 мВ, 200 мВ, 500 мВ, 1В, 2В, 5В, 10В, 20В и 50В.

Диапазон напряжения выбирается переключателем «КАЛИБРАТОР».

Частота повторения импульсов калибратора довольно стабильна и обеспечивается стабильной катушкой индуктивности и конденсатором. Поэтому калибратор используется для проверки длительности развертки.

10.2. Проведение измерений

Ниже приводятся типовые примеры различных измерений, которые могут быть выполнены осциллографом С1-65.

10.2.1. Измерение переменного напряжения

Для проведения измерения переменного напряжения выполните следующие операции:

а) подайте сигнал на гнездо « ⊖ » усилителя Y;

б) установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» так, чтобы сигнал на экране ЭЛТ занимал пять делений;

в) установите тумблер « ⎓ ~ » в положение « ~ ».

Примечание. Для низкочастотных сигналов ниже 16 Гц используйте положение « ≃ »;

г) ручкой «УРОВЕНЬ» установите устойчивое изображение. Установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение, при котором на экране наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала;

д) установите ручку « ↕ » так, чтобы нижний уровень сигнала совпадал с одной из нижних линий сетки, а верхний уровень находился в пределах рабочей части экрана. Ручкой « ←•→ » сместите изображение таким образом, чтобы верхний уровень сигнала находился на центральной вертикальной линии (рис. 2);

е) измерьте расстояние в делениях между крайними точками размаха сигнала. Ручка «ПЛАВНО» должна быть установлена в положение « ▼ ».

Примечание. Этот метод может быть использован для измерения напряжения между двумя любыми точками сигнала, а не только между пиками;

з) умножьте расстояние, измеренное в п. е, на показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.».

Пример. Предположим, что размах вертикального отклонения составляет 4,8 деления с использованием делителя 1 : 10 и установкой переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» на «0,5».

Напряжение удвоенной амплитуды сигнала будет:

$$4{,}8\ \text{дел} \times 0{,}5\ \frac{\text{В}}{\text{дел}} \times 10 = 24\text{В}.$$

10.2.2. Измерение мгновенного постоянного напряжения.

Для измерения уровня постоянной составляющей в заданной точке импульса выполните следующие операции:

а) подайте сигнал на гнездо « ⊖ » усилителя Y;

б) установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», так, чтобы импульс на экране ЭЛТ занимал примерно пять делений;

в) установите переключатель « ⩵;⊥;~ » в положение « ⊥ »;

г) установите переключатель «АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.» на «АВТ.»;

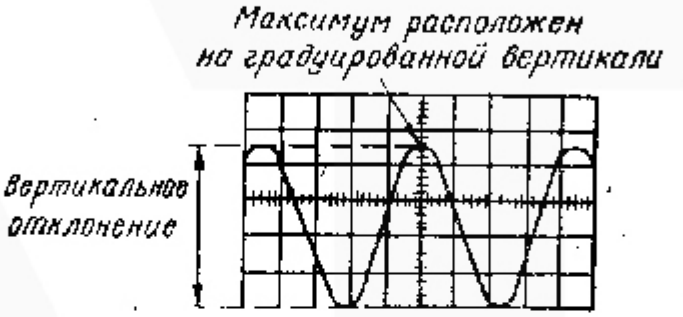


Рис. 2. Измерение полного размаха переменного напряжения.

д) расположите линию развертки на нижней линии сетки или другой контрольной линии. Если напряжение, которое должно быть измерено, отрицательно относительно земли, следует размещать линию развертки на верхней линии сетки. Не следует перемещать ручку « ↕ » после установки контрольной линии.

Примечание. Для измерения уровня напряжения относительно другого напряжения, а не земли, следует изменить п.д:

установите переключатель « ⩵;⊥;~ » в положение « ⩵ »;

подайте опорное напряжение на гнездо « ⊖ » усилителя Y и расположите линию развертки на контрольной линии.

е) контрольная линия земли может быть проверена в любое время переключением в положение « ⊥ » переключателя « ⩵;⊥;~ »;

ж) установите ручкой «УРОВЕНЬ» устойчивое изображение. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите в положение, при ко-

тором на экране наблюдается несколько периодов исследуемого сигнала;

з) измерьте расстояние в делениях между опорной линией и точкой на линии сигнала, в которой уровень постоянного напряжения должен быть измерен. Например, на рис. 3 измерение проводится между контрольной линией и точкой А;

Рис. 3. Измерение мгновенного постоянного напряжения относительно контрольной линии.

и) определите полярность сигнала. Если он находится выше контрольной линии, то напряжение положительное, если ниже — отрицательное;

к) умножьте расстояние, измеренное в п. з на показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Следует учитывать коэффициент ослабления выносного делителя, если он используется.

Пример. Допустим, что измеренное расстояние составляет 4,6 деления (см. рис. 3), сигнал положительной полярности (находится выше контрольной линии). При измерении используется делитель 1 : 10.

Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установлен в положение «2». Искомое значение мгновенного напряжения будет:

$$4{,}6\ \text{дел} \times 2\ \frac{\text{В}}{\text{дел}} \times 10 = 92\ \text{В}.$$

10.2.3. Измерение напряжения путем сравнения

В ряде случаев требуется определить значение коэффициентов отклонения, отличающихся от устанавливаемых переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Этот метод используется при сравнении амплитуды исследуемого сигнала с амплитудой контрольного напряжения. Для определения нового коэффициента отклонения:

а) подайте контрольный сигнал известной амплитуды на гнездо «→)» усилителя Y. Установите переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручкой «ПЛАВНО» изображение на точное число делений. Не из-

меняйте установку ручки «ПЛАВНО» после получения желаемого изображения;

б) разделите амплитуду контрольного сигнала (вольты) на произведение величины отклонения в делениях (определенной в п. а) на показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Результат представляет собой сравнительный коэффициент отклонения в делениях.

$$\text{Сравнительный коэффициент отклонения} = \frac{\text{амплитуда контрольного сигнала (вольты)}}{\text{отклонение (деления)} \times \text{показание «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»}}$$

в) для определения нового коэффициента отклонения в любом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» умножьте показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» на сравнительный коэффициент отклонения, полученный в п. б. Этот коэффициент действителен только при выполнении п. а;

г) для определения полного размаха амплитуды сигнала по сравнению с контрольным сигналом прекратите подачу контрольного сигнала и подайте на гнездо « ⏚ » усилителя Y исследуемый сигнал;

д) установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение, обеспечивающее наиболее удобное для измерений отклонение. Не трогайте ручку «ПЛАВНО»;

е) измерьте вертикальное отклонение в делениях и определите амплитуду, как произведение нового коэффициента отклонения, определенного в п. в, на величину отклонения в делениях.

Пример. Допустим, что амплитуда контрольного сигнала составляет 30В, показание переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» равно 5, а вертикальное отклонение 4 деления.

Сравнительный коэффициент отклонения по п. б равен:

$$\frac{30\text{В}}{4\ \text{дел} \times 5\ \frac{\text{В}}{\text{дел}}} = 1{,}5$$

Затем при установке переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «10» определите новый коэффициент отклонения по п. в:

$$10\ \frac{\text{В}}{\text{дел}} \times 1{,}5 = 15\ \frac{\text{В}}{\text{дел}}$$

Полный размах амплитуды подаваемого сигнала при вертикальном отклонении в 5 делений определится:

$$15\frac{\text{В}}{\text{дел}} \times 5\ \text{дел} = 75\text{В}$$

10.2.4. Измерение временных интервалов

Для измерения длительности сигнала между двумя его точками произведите следующие операции:

а) подайте сигнал на гнездо « ⊸ » усилителя Y;

б) установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в такое положение, чтобы изображение на экране составляло около 5 делений;

в) ручкой «УРОВЕНЬ» установите устойчивое изображение;

г) установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на наибольшую скорость развертки, при которой расстояние между двумя измеряемыми точками будет меньше 8 делений, т. к. возможна нелинейность изображения в первом и последнем делении шкалы;

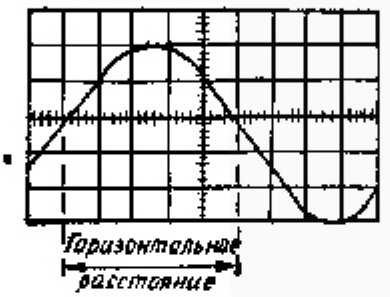


Рис. 4. Измерение временного интервала.

д) ручкой « ↕ » переместите изображение, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились на горизонтальной центральной линии;

е) ручкой « ←•→ » установите изображение так, чтобы точки, между которыми измеряется время, находились в пределах восьми центральных делений сетки;

ж) измерьте горизонтальное расстояние между измеряемыми точками. Ручка «ПЛАВНО» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» должна быть установлена в положение « ▼ »;

з) умножьте расстояние, измеренное в п. ж, на показание переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Если используется умножение развертки, результат умножьте на 0,1.

Пример. Допустим, что расстояние между измеряемыми точками составляет 5 делений, а переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен на 0,1 мс, растяжка (×0,1) не применяется.

$$\text{Длительность времени } T = 5 \text{ дел} \times 0{,}1 \frac{\text{мс}}{\text{дел}} = 0{,}5 \text{ мс}$$

10.2.5. Измерение частоты

Частоту периодических сигналов можно измерить следующим образом:

а) измерьте длительность времени одного периода сигнала, как это описано в предыдущем случае;

б) частота сигнала является обратной величиной длительности времени одного периода.

Пример. Частота сигнала, показанного на рис. 4, с длительностью периода 0,5 мс будет равна

$$f_c(\text{гц}) = \frac{1}{T\ (\text{с})}; \quad f_c = \frac{1}{0{,}5 \text{ мс}} = 2 \text{ кГц}.$$

10.2.6. Измерение времени нарастания

Измерение времени нарастания основано на том же методе, что и измерение длительности времени. Основное отличие заключается в точках, между которыми производится измерение. Ниже приводится методика измерения времени нарастания импульса (время спада может быть измерено аналогичным образом на заднем фронте импульса):

а) подайте сигнал на гнездо « ⊕ » усилителя Y;

б) установите переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» и ручкой «ПЛАВНО» максимальную амплитуду изображения;

в) расположите изображение симметрично центральной горизонтальной линии;

г) установите переключателем «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» на наибольшую скорость развертки, при которой изображение занимает менее 8 делений по горизонтали между уровнем 0,1 и уровнем 0,9 амплитуды импульса;

д) определите уровни 0,1 и 0,9 амплитуды импульса на нарастающей части импульса;

е) ручкой « ←•→ » совместите уровень 0,1 амплитуды импульса с первой линией сетки (рис. 5);

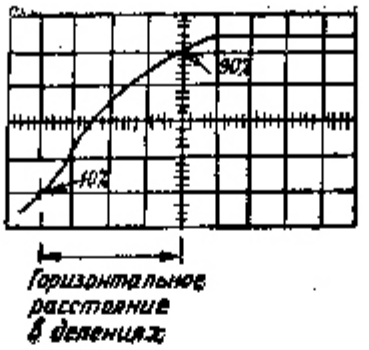


Рис. 5. Измерение времени нарастания.

ж) Измерьте горизонтальное расстояние в делениях между уровнями 0,1 и 0,9. Убедитесь, что ручка «ПЛАВНО» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлена в положение « ▼ »;

з) умножьте расстояние, полученное в п. э, на показание переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.». Если используется умножение развертки, полученный результат умножьте на 0,1.

Пример. Допустим, что расстояние по горизонтали между уровнями 0,1 и 0,9 составляет 4 деления (см. рис. 5), переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установлен на 1 мкс, использована растяжка (переключатель «×1; ×0,1; → X» установлен в положение ×0,1).

$$\text{Время нарастания} = 4 \text{ дел} \times 1 \frac{\text{мкс}}{\text{дел}} \times 0{,}1 = 0{,}4 \text{ мкс}.$$

11. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

11.1. Метод разборки прибора и поиск неисправностей

В случае неисправности прибора в первую очередь отключите его от сети. Убедитесь в исправности шнура питания и предохранителя на задней панели прибора. Чтобы получить доступ к элементам схемы для их осмотра и замены в случае неисправности, снимите крышки. Верхняя и нижняя крышки прикреплены винтами, расположенными на боковых стенках прибора. Для снятия их ослабьте винты и освободите крышки. Все заменяющие комплектующие должны быть эквивалентными.

Замена элементов на платах производится без снятия последних. Чтобы получить доступ к элементам внутри прибора, требует-

ся снять ту или иную плату. Для этого отвинтите винты, крепящие плату к прибору, и откиньте плату. В случае неисправности ЭЛТ следует заменить ее: снимите крышки с прибора, как описывалось выше. Открутите два винта, крепящие экран с трубкой у передней панели. Ослабьте хомутик, крепящий экран около задней панели прибора. Отпаяйте провода, поступающие к отклоняющим системам и разъедините контакты от выходных штырей отклоняющих пластин ЭЛТ. Отсоедините от трубки высоковольтный (+8 кВ) вывод. Снимите панельку ЭЛТ. Сдвиньте экран к задней панели прибора, приподнимите и осторожно вытащите из него ЭЛТ. Исправную ЭЛТ аккуратно, чтобы не повредить боковые штырьки, вставьте в экран и повторите вышеописанные операции в обратном порядке.

Чтобы получить доступ к усилителю «Z», снимите заднюю панель прибора. Для этого открутите четыре ножки-подставки.

Поиск неисправностей ведите в определенном порядке:

а) проверьте подключенную аппаратуру, правильность подачи сигнала и исправность кабелей и пробников;

б) проверьте положение ручек, так как их неправильное положение может создать видимость несуществующего повреждения;

в) проверьте правильность регулировки прибора или поврежденной схемы, если возникает неисправность в одной из схем. Обнаруженная неисправность может быть результатом неправильной подстройки и устраняется при регулировке.

Прибор состоит из 10 основных схем. Взаимодействие между схемами показано в таблице 3, которая облегчает поиск неисправностей в отдельной схеме. В левой колонке таблицы дан перечень схем в порядке их влияния на другие схемы прибора. Схемы, взаимодействующие с большинством других схем, расположены сверху.

Эта таблица не дает исчерпывающего перечня о всех взаимодействующих узлах, но служит в качестве пособия при поиске неисправностей. Для определения неисправности в схеме проанализируйте симптомы повреждения. Если неисправности трудно обнаружить, воспользуйтесь таблицей. Найдите горизонтальную линию, которая соответствует поврежденной схеме. Проверьте прежде всего эту схему. Если она не является источником повреждения, проверьте первую отмеченную знаком «X» схему в вертикальной колонке, пересекающей данную горизонтальную линию.

Неправильная работа всех схем часто указывает на неисправность в низковольтном блоке. Поэтому прежде всего проверьте правильность регулировки отдельных источников.

В таблице 2 даны допуски для напряжений источников питания прибора. Если напряжение источников в пределах указанных допусков, то можно предположить, что источник работает правильно. Отклонения значений напряжения указывают на неправильную работу или плохую регулировку источника.

Следует помнить, что поврежденный элемент где-либо в приборе также может повлиять на работу других схем и ввести в заблуждение относительно неисправности блока питания.

После обнаружения неисправной схемы визуально осмотрите ее. Убедитесь в отсутствии незапаянных соединений, оборванных проводов, отдельных повреждений платы или элементов. Обнаруженные неисправности устраните.

Проверьте напряжения и формы импульсов. Это помогает определить поврежденный элемент схемы. Типичные напряжения и формы импульсов даны в приложении.

Проверку отдельных элементов производите, отпаяв один конец от схемы. В таком случае исключается влияние остальных элементов на проверяемый.

Транзисторы и нувисторы лучше всего проверять в рабочих условиях. Предполагаемый неисправный транзистор или нувистор можно заменить ранее проверенным или новым элементом. Однако при этом схема должна быть в таком режиме, чтобы не повредились замененные элементы. После замены всех неисправных элементов новыми проверьте основные параметры прибора и при необходимости произведите регулировку с помощью органов подстройки.

Таблица 3

	Источники питания	Предусилитель синхронизации	Схема синхронизации	Генератор развертки	Горизонтальный усилитель	Цепь ЭЛТ	Выходной вертикальный усилитель	Усилитель «Z»	Предусилитель канала «Y»	Калибратор
Источники питания	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Предусилитель синхронизации	×	×							×	
Схема синхронизации	×	×	×	×						
Генератор развертки	×			×	×					
Горизонтальный усилитель	×		×	×	×					
Цепь ЭЛТ	×			×	×	×	×	×		
Выходной вертикальный усилитель	×					×	×		×	
Предусилитель канала «Y»	×	×					×		×	
Усилитель «Z»	×			×	×	×		×		
Калибратор	×									×

11.2. Краткий перечень возможных неисправностей

Возможные неисправности и методы их исправления приведены в таблице 4

Таблица 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения	Примечание
1. При включении тумблера «Сеть» плавится предохранитель Пр3 или перегревается силовой трансформатор.	Неправильно установлен тумблер выбора напряжения питающей сети «220V» и «115V».	Проверить установку тумблера сети.	
	Короткое замыкание в обмотках трансформатора.	Проверить трансформатор.	
	Пробой выпрямительных диодов Д1..Д12 (У8), Д2, Д3 (корпус).	Проверить диоды, неисправные заменить.	
	Пробой или замыкание на корпус электролитических конденсаторов С44..С48 (корпус).	Проверить конденсаторы, устранить короткое замыкание, неисправные конденсаторы заменить.	
2. Прибор не включается.	Перегорел предохранитель Пр3.	Проверить предохранитель, неисправный заменить.	
	Неисправны тумблеры В11, В12.	Проверить неисправность тумблеров В11, В12.	
	Обрыв в питающем кабеле.	Проверить питающий кабель. Устранить обрыв.	
3. Не стабилизирует стабилизатор минус 10 вольт.	Неисправны транзисторы Т7, Т8 (корпус); Т1, Т2, Т3 (У7).	Проверить транзисторы, неисправные заменить.	
	Неисправны стабилитроны Д2, Д3 (У7).	Проверить величину опорного напряжения на стабилитронах, неисправные заменить.	
	Не стабилизирует источник напряжения +80В.	Проверить величину и стабильность источника напряжения +80В.	
	Коллекторы транзисторов Т7, Т8 (корпус) соединены с корпусом прибора.	Убедиться в наличии короткого замыкания и устранить его.	

Продолжение таблицы 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения	Примечание
4. Не стабилизирует источник +10В.	Неисправны транзисторы Т9, Т10 (корпус), Т4, Т5 (У7).	Проверить транзисторы, неисправные заменить.	
	Нестабильны источники напряжения +80В или минус 10В.	Проверить величину и стабильность источников напряжения +80В и минус 10В.	
5. Не стабилизирует источник напряжения +80В.	Неисправны транзисторы Т11, Т14 (корпус); Т6, Т7, Т8 (У7).	Проверить транзисторы, неисправные заменить.	
	Пробит диод Д1 (корпус).	Проверить диод	
	Нестабилен источник минус 10В или отсутствует напряжение +150В.	Проверить величины напряжений минус 10В и +150В и нестабильность источника напряжения минус 10В.	
	Пробиты стабилитроны Д10, Д11 (У7).	Проверить величину напряжения на стабилитронах. Неисправные заменить.	
6. Отсутствуют, занижены, завышены или не стабилизируют источники +8кВ, ±1,98кВ, минус 1,9кВ.	Отсутствуют, занижены, завышены, нестабильны напряжения +80В, +10В, минус 10В.	Проверить величину напряжений, их стабильность.	
	Пробит предохранитель Пр2.	Проверить предохранитель.	
	Значительно изменилась величина резистора R2, R3 (У9).	Проверить величину резистора.	
	Неисправны транзисторы Т1 (У9), Т1 (У9-1), Т2 (У9-1), Т3 (У9-1), Т4 (У9-1).	Проверить транзисторы. Неисправные заменить.	
	Короткое замыкание или значительное увеличение потребления источников минус 1,9кВ, ±1,98кВ, +8кВ.	Устранить причину короткого замыкания.	
	Обрыв потенциометра R1 (У9).	Заменить потенциометр.	
	Пробит трансформатор Тр1 (У9).	Заменить трансформатор.	
	Пробиты диоды Д1...Д3(У9-2), Д1...Д3(У9-3), Д1...Д10(У9-4).	Сменить высоковольтные выпрямители.	

Продолжение таблицы 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения	Примечание
7. Не регулируются выходные напряжения +10В, минус 10В, +80В.	Неисправны транзисторы Т7 . . . Т14 (корпус); Неисправны переменные резисторы R2, R11, R20, (У7).	Проверить транзисторы. Неисправные заменить. Неисправные резисторы заменить.	
8. Сильно занижены или отсутствуют выходные напряжения узла питания.	Вышли из строя транзисторы Т7 . . . Т14 (корпус). Пробой выпрямительных диодов Д1 . . Д12(У8), Д2, Д3 (корпус). Вышли из строя предохранители Пр1 . . . Пр3. Короткое замыкание или значительное увеличение потребления в узлах осциллографа. Пробиты диоды Д1 . . . Д11 (У7).	Проверить транзисторы. Неисправные заменить. Проверить диоды. Неисправные заменить. Заменить вышедший из строя предохранитель. Устранить короткое замыкание или перегрузку. Проверить диоды, неисправные заменить.	
9. Сильно завышены пульсации источников.	Обрыв диодов Д1 . . . Д12(У8), Д2, Д3 (корпус). Пробой диода Д1 (корпус). Не стабилизируют источники. Значительное увеличение потребления в узлах осциллографа. Потеря емкости конденсаторов С1 . . . С5(У7), С41 . . . С48 (корпус); конденсаторов — У9.	Проверить диоды, устранить обрыв. Заменить вышедший из строя диод. Проверить стабильность источников, устранить причину нестабильности. Найти причину увеличения потребления и устранить ее. Найти и заменить неисправный конденсатор.	
10. Отсутствует луч на экране ЭЛТ.	Плохой контакт панели ЭЛТ. Неисправна ЭЛТ.	Исправить контакт или заменить панель ЭЛТ. Заменить ЭЛТ.	

Продолжение таблицы 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения	Примечание
	Нет всех необходимых питающих напряжений ЭЛТ.	Проверить и устранить неисправность в цепях питания ЭЛТ.	
	Неисправна схема усилителя Z.	Проверить и устранить неисправность в усилителе Z.	
11. Луч не перемещается по вертикали.	Разбалансирован усилитель вертикального отклонения.	Произвести балансировку усилителя.	
	Неисправен переменный резистор R15 (корпус).	Заменить резистор.	
12. Нет усиления по вертикали.	Неисправны транзисторы T1—T4; T10—T13(У1); T1—T8(У2); T1—T2 (корпус).	Проверить транзисторы, неисправные заменить.	
	Обрыв входного кабеля.	Исправить или заменить входной кабель.	
	Неисправен аттенюатор B2.	Исправить аттенюатор.	
13. Луч не перемещается по горизонтали.	Неисправны транзисторы T21—T26 (У4); T3—T6 (корпус).	Найти неисправные транзисторы и заменить их.	
	Неисправны переменные резисторы R32, R33 (корпус).	Заменить переменные резисторы.	
14. Не запускается развертка.	Неисправны транзисторы T13—T20 (У4).	Найти неисправный транзистор и заменить его.	
	Неисправны диоды Д16—Д35 (У4).	Найти неисправные диоды и заменить.	
	Неисправен нувистор Л2 У4.	Заменить нувистор.	
	Нет контакта в переключателях B8, B7.	Исправить переключатель или заменить.	

Продолжение таблицы 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения	Примечание
15. Подсвечивается обратный ход луча.	Неисправны транзисторы Т1—Т4 (У5). Неисправны диоды Д1—Д4 (У5).	Найти неисправный транзистор и заменить; Заменить неисправный диод.	
16. Не синхронизируется развертка.	Неисправна схема предусилителя синхронизации. Неисправен нувистор Л1 (У4). Неисправны транзисторы Т1—Т7 (У4). Неисправны диоды Д1—Д15 (У4). Неисправны переменные резисторы R27 «УРОВЕНЬ», R16 (У4). Неисправны переключатели В5, В6.	Проверить транзисторы Т6—Т9, диоды Д11, Д12 (У1), неисправные заменить. Заменить нувистор. Найти неисправный транзистор и заменить. Найти неисправный диод и заменить. Заменить неисправный переменный резистор. Устранить неисправность в переключателе или заменить.	
17. Не работает калибратор.	Неисправны транзисторы Т1—Т4 (У6). Неисправны диоды Д1, Д2. Нет контакта в переключателе В9.	Заменить неисправный транзистор. Заменить неисправный диод. Исправить контакт в переключателе или заменить.	

11.3. Описание органов подстройки

Плата У1

C2	—подстройка входной емкости усилителя вертикального отклонения при смене входной лампы Л2;
C7	—компенсация катодного аттенюатора 1 : 5;
C16, C18, R23	—корректировка частотной характеристики в положении 0,01 В/дел.;
C22	—корректировка частотной характеристики в положении 0,05 В/дел.;
R11	—балансировка усилителя в положении 0,1 В/дел.;
R17	—установка нулевого потенциала КТ2;
R29	—установка нулевого потенциала на сопротивлении R52;
R68, C41, C43	—корректировка частотной характеристики в положении 0,02 В/дел.

Плата У2

R7	—центровка перемещения по вертикали;
C12, C14, R16	—корректировка частотной характеристики в положении 0,02 В/дел.

Плата У4

R16	—установка потенциала базы Т2 равным потенциалу базы Т1 при среднем положении ручки «УРОВЕНЬ»;
R64	—установка амплитуды пилообразного напряжения;
R102	—балансировка усилителя горизонтального отклонения;
R115	—балансировка усилителя горизонтального отклонения;
R107	—корректировка усиления усилителя горизонтального отклонения в положении множителя развертки «×1»;
R112	—корректировка усиления усилителя горизонтального отклонения в положении множителя развертки «×0,1»;
C44, C45	—подстройка частотной характеристики усилителя горизонтального отклонения.

Плата У5

C4	—корректировка частотной характеристики усилителя Z.

Плата У6

R13	—установка величины калибровочного напряжения калибратора;
Тр1	—подстройка частоты импульсов калибратора.

Плата У7

R2	—подстройка величины напряжения источника «—10В»;
R11	—подстройка величины напряжения источника «+10В»;
R20	—подстройка величины напряжения источника «+80В».

Корпус

C4	—регулировка входной емкости в положениях «0,2»; «0,5» и «1» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»
C8	—регулировка входной емкости в положениях «2»; «5» и «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»
C6	—компенсация входного аттенюатора 1 : 10
C10	—компенсация входного аттенюатора 1 : 100
R65	—регулировка напряжения второго анода ЭЛТ.

11.4. Правила настройки и регулирования

11.4.1. Регулировка источников питания.

После замены полупроводниковых приборов, установленных в блоке питания, а также ремонта, необходимо произвести проверку и подрегулировку выходных напряжений.

Регулировка блока питания производится совместно со всеми узлами осциллографа в рабочем положении.

Для регулировки и проверки параметров блока питания необходимы следующие измерительные приборы:

а) прибор П4313
б) вольтметр М106/1
в) вольтметр С50/8
г) вольтметр С196
д) осциллограф С1-19Б
е) автотрансформатор РНО-250-0,5

ж) измеритель нестабильности В2-13
з) амперметр Э59 (1А; 2,5А)
и) вольтметр Э59 (300В)
к) прибор Д552
л) прибор ВК7-9
м) частотомер Ч3-28

Подключите прибор к питающей сети через автотрансформатор. Ручку автотрансформатора переведите плавно в положение, соответствующее напряжению питающей сети 220В. Напряжение питающей сети контролируйте вольтметром Э59 на пределе измерения 300 вольт (при питании от сети 400 герц прибором Д552). Ток потребления осциллографа контролируйте прибором Э59 на пределе измерения 1А. Ток не должен превышать 0,57А, а при питании от сети 115В прибором Э59 на пределе измерения 2,5А и не должен превышать 1,09А.

После предварительного прогрева осциллографа в течение 30 минут приступайте к проверке и регулировке выходных напряжений. Проверку и регулировку всех напряжений производите при номинальном напряжении питающей сети.

Проверку и регулировку начинайте со стабилизаторов минус 10В и +80В.

Вольтметром М106/1 (предел измерения 15В) на конденсаторе С41 проверьте напряжение стабилизатора минус 10В и отрегулируйте его переменным резистором R2 (У7). Оно должно быть в пределах 10±0,1В.

Напряжение +80В контролируйте вольтметром М106/1 (предел измерения 150В) на конденсаторе С43 и регулируйте переменным резистором R20 (У7). Оно должно быть в пределах 80±1В.

Напряжение +10В контролируйте вольтметром М106/1 (предел измерения 15В) на конденсаторе С42 и регулируйте переменным резистором R11 (У7). Оно должно быть в пределах 10±1В.

Напряжение +150В контролируйте прибором М106/1 (предел измерения 300В) на плюсовом полюсе конденсатора С47 относительно корпуса прибора. Оно должно быть в пределах 150±5В.

Внимание! 1. Подключать и отключать приборы для измерения напряжений +8кВ, минус 1,9кВ, ±1,98кВ, измерять их пульсации, ~ 6,3В под потенциалом минус 1,9кВ при включенном осциллографе категорически запрещается.

2. Прикасаться к измерительным приборам и разделительным конденсаторам категорически запрещается. Это опасно для жизни.

3. После измерения пульсаций источников +8кВ, минус 1,9кВ, ±1,98кВ разделительные конденсаторы разряжайте закорачиванием.

4. Производить регулировку блока питания может тот, кто имеет допуск к работе с высоким напряжением свыше 1000В.

5. Прибор заземлите.

Напряжение +8кВ контролируйте прибором С196 на пределе измерения 15кВ. Оно должно быть в пределах +8±0,3 кВ.

Напряжение минус 1,9кВ контролируйте прибором С50/8, оно должно быть 1,9кВ±0,03кВ.

Напряжение ±1,98кВ. Контролируйте прибором С50/8. Оно должно быть на 80 вольт больше напряжения минус 1,9кВ. Устанавливайте напряжение ±1,98 кВ при помощи переменного резистора R1 (У9).

Напряжения минус 1,9кВ, +8кВ, ±1,98 кВ можно подрегулировать переменным резистором R1 (У9-1).

Далее произвести проверку пульсаций выходных напряжений источников.

Проверку пульсаций источников +8кВ, минус 1,9кВ, ±1,98кВ производите осциллографом С1-19Б через разделительный конденсатор КВИ-3-16-470.

Пульсации низковольтных источников контролируйте осциллографом С1-19Б на выходных конденсаторах стабилизаторов. Величины пульсаций не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

Произвести проверку коэффициентов стабилизации низковольтных источников при изменении напряжения питающей сети на ±10% от номинала прибором В2-13, а высоковольтных напряжений приборами С50/8 и С196. При этом коэффициенты стабилизации не должны быть меньше значений, указанных в таблице 2. Произвести проверку параметров блока питания при питании его от сетей 115В±5% и 220В±5% частотой 400 Гц.

11.4.2. Регулировка схемы ЭЛТ

Включите прибор в сеть и после 5 минутного прогрева проверьте действие ручек «☼», «⊙». С помощью ручки «↕» установите линию развертки в центре экрана. Закоротите вертикальные и горизонтальные пластины ЭЛТ. С помощью R66 (корпус) совместите точку с центром шкалы. Толщина линии луча и его яркость должны быть равномерными по всей длине.

При неравномерной яркости луча отрегулируйте выходной импульс усилителя Z. Для этого подсоедините щуп контрольного осциллографа на контрольную точку КТ6 (У5).

Подобрав нужную длительность развертки контрольного осциллографа, получите на экране изображение переднего фронта прямоугольного импульса. Отрегулируйте с помощью подстроечного конденсатора С4 (У5) передний фронт импульса до получения оптимальной его формы. Отсоедините контрольную аппаратуру. Проверьте параллельность линий луча линиям сетки на экране ЭЛТ. Для этого при помощи ручки перемещения по вертикали совместите линию луча с центральной линией сетки.

В случае их непараллельности регулируйте переменным рези-

стором R64 (корпус) до полного совпадения луча с горизонтальной линией. Ручкой « ⊙ » и « ▱ » установите требуемую четкость изображения.

Для устранения геометрических искажений изображения осциллограммы служит переменный резистор R73 (корпус). Для регулировки подайте на « ⊣ » сигнал частотой 100 кгц от прибора Г3-33 такой величины, чтобы изображение сигнала по вертикали занимало все рабочее поле экрана, и при развертке 0,1 мс/дел получите регулировкой R73 (корпус) неискаженный прямоугольник. С помощью переменного резистора R66 (корпус) добейтесь симметричного расположения синусоиды относительно вертикальных линий шкалы.

При недостаточной яркости в положении «0,1 μ S» переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» и переключателя множителя развертки в положении «×1» увеличьте яркость переменным резистором R1 (У9), введенным под шлиц.

Регулируя переменным резистором R65 величину напряжения на втором аноде ЭЛТ, добейтесь того, чтобы фокусировка луча была удовлетворительной в любой точке рабочей части экрана.

11.4.3. Регулировка калибратора амплитуды и длительности

Подключите к гнезду « ⊖→ » калибратора частотомер Ч3-12. Поставьте переключатель «ВЫКЛ.; ⎍ 1кHz; —» в положение « ⎍ 1кHz». Регулируя сердечник трансформатора «ТР-1» на плате У6, выставьте частоту 1 кГц.

Затем подключите к гнезду « ⊖→ » калибратора киловольтметр ВК7-10А/1, поставьте переключатель «ВЫКЛ.; ⎍ 1кHz;—» в положение «—», переключатель калибратора поставьте в положение 50В. Регулируя переменным резистором R13 на плате У6, выставьте напряжение 50В.

11.4.4. Компенсация входного делителя

Установите переключатели на передней панели в следующие положения:

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «0,2»

«ПЛАВНО» «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»—в положение « ▼ »

«ВРЕМЯ/ДЕЛ.»—«0,2μS»

«ВЫКЛ.; ⎍ 1кН; «—» ⎍ 1кHz»

«ВНУТР; СЕТЬ; ВНЕШН. 1 : 1; ВНЕШН. 1 : 10»—«ВНУТР.»

«КАЛИБРАТОР»—«1V»

Соедините кабелем гнездо « ⊣ » усилителя Y с « ⊖→ » калибратора амплитуды и длительности.

Далее скомпенсируйте входной делитель в последовательности, указанной в табл. 5.

Таблица 5

	Положение переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»	Регулируемый конденсатор	Положение переключателя калибратора «V»
Без выносного	0,2	C6	1
делителя	2	C10	10
С выносным	0,2	C4	10
делителем	2	C8	50

11.4.5. Балансировка аттенюатора

Балансировка аттенюатора производится в случае смещения луча по вертикали при переключении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» с положения «0,05» в положение «0,005».

Установить переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ» в положение «0,05».

Установите ручкой « ↕ » линию луча в центре экрана.

Регулировкой «БАЛАНС», выведенной под шлиц на переднюю панель прибора, добейтесь неподвижности изображения при переключении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» с положения «0,05» в положение «0,005».

11.4.6. Проверка центрального положения линии луча

Перемещение линии луча должно быть в пределах ±3 делений относительно центральной горизонтальной линии.

Установите ручку « ↕ » в среднее положение. Линия луча должна совпадать с центральной горизонтальной линией сетки. Если луч не совпадает с центральной линией, проделайте следующие операции:

а) подсоедините вольтметр к контрольной точке КТ2 (плата У1);

б) установите нулевой потенциал на КТ2 переменным резистором R17 (У1) «ЦЕНТРОВКА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПО Y» при среднем положении ручки « ↕ ». Если луч не совпадает с центральной линией, совместите его при помощи переменного резистора R7 (У2);

в) контрольная проверка: линия луча должна перемещаться в пределах ±3 делений относительно центральной горизонтальной линии сетки.

11.4.7. Проверка регулировки усиления усилителя Y

Величина вертикального отклонения должна соответствовать величине, определяемой показанием переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.»:

а) подайте сигнал калибратора на вход усилителя Y;

б) установите переключатель калибратора амплитуды и длительности в положение, соответствующее 100мВ прямоугольного сигнала;

в) установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» на «0,02». Ручка «ПЛАВНО» должна находиться в положении « ▼ »;

г) контрольная проверка: изображение должно занимать точно 5 делений по вертикали;

д) при невыполнении п. г установите точную величину изображения импульсов на 5 делений при помощи переменного резистора R23 « ▼ », выведенного под шлиц на переднюю панель.

11.4.8. Проверка плавной регулировки коэффициента отклонения усилителя Y

Коэффициент отклонения усилителя Y, устанавливаемый переключателем «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», можно ослаблять не менее, чем в 2,5 раза при перемещении ручки «ПЛАВНО» против часовой стрелки до упора:

а) установите переключатель калибратора в положение, соответствующее 100мВ прямоугольного сигнала;

б) установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,02»;

в) поверните ручку «ПЛАВНО» против часовой стрелки до упора;

г) контрольная проверка: изображение должно занимать не более 2 делений по вертикали.

11.4.9. Корректировка высокочастотных искажений

Прямоугольный импульс, поданный на гнездо « ⊖ » усилителя Y, не должен иметь высокочастотных искажений при любом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.». Для корректирования высокочастотных искажений:

а) установите переключатели на передней панели прибора в следующие положения:

«ВРЕМЯ/ДЕЛ.»—«0,5μs»

«АВТ.; ЖДУЩ.; ОДНОКР.»—«АВТ.»;

б) подайте на гнездо « ⊖ » усилителя Y от генератора прямоугольных импульсов сигнал частотой 100 кГц и амплитудой 5 делений;

в) изображение должно иметь плоскую вершину.

В случае несоответствия подрегулируйте конденсаторы C41,

C43 и потенциометром R68 (У1), или подберите резисторы R9, R10 (У2).

г) установите переключатели на передней панели в следующие положения:

«ВОЛЬТ/ДЕЛ.»—«0,02»
«ВРЕМЯ/ДЕЛ.»—«1,0μS»
«АВТ. ЖДУЩ. ОДНОКР.»—«АВТ.»
«×1; ×0,1; ⊕ X» — «×0,1»;

д) подайте на гнездо « ⊕ » усилителя Y от генератора прямоугольных импульсов Г5-41 сигнал частотой 100 кГц и амплитудой 5 делений;

е) вращая ручку « ←•→ », добейтесь, чтобы на экране ЭЛТ был виден нарастающий участок импульса (рис. 6). Изображение должно иметь оптимально возможный прямой угол.

При помощи R16, C12, C14 (У2) и R28, C20 (У1) отрегулируйте изображение импульса.

Регулируйте переменными резисторами R16 (У2) и R28 (У1), пока на изображении импульса не появится выброс. Регулируя в обратном направлении, добейтесь почти полного его исчезновения. Если высокочастотная характеристика подобна приведенной на рис. 8, потребуется только коррекция при выключенной растяжке.

В случае, если изображение на экране показывает, что цепь очень раскомпенсирована, установите сначала конденсаторы в среднее положение. Затем подрегулируйте переменными резисторами до получения возможно правильной формы импульса, прежде чем начать регулировку конденсаторами прямого угла и плоской вершины.

После вышеописанной регулировки установите переключатель «×1; ×0,1; ⊕ X» в положение «×1» и сделайте окончательно регулировку с помощью R16, C12, C14 (У2), чтобы получить наиболее оптимальную характеристику.

11.4.10. Регулировка схемы синхронизации

Установите переключатель выбора источника синхронизации в положение «ВНУТР.». От генератора Г3-33 на гнездо « ⊕ » подайте сигнал с частотой 1 кГц. Изображение на экране установите симметрично любой горизонтальной линии шкалы с размером по вертикали 3,2 мм (2 малых деления шкалы). Ручка «УРОВЕНЬ» должна находиться в среднем положении. При вращении ручки в левую или в правую сторону начало синусоидального сигнала перемещается на 1,6 мм относительно симметрично выставленной горизонтальной линии шкалы до срыва синхронизации.

Если срыв синхронизации наступает раньше, то регулируйте

переменным резистором R16 на плате У4 так, чтобы выравнять потенциалы баз транзисторов Т1 и Т2 на У4.

Подайте на гнездо « ⏚ » сигнал от генератора Г3-19А с частотой 35 МГц, установите размер по вертикали 16 мм (два больших деления шкалы), переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите в положение «0,1μS». Регулируя ручки «УРОВЕНЬ» и «В. Ч.», добейтесь устойчивого изображения на экране.

11.4.11. Калибровка развертки

Установите переключатели в следующие положения:
«ВРЕМЯ/ДЕЛ.»—«1 ms»
Вид источника синхронизации—«ВНУТР.»
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.»—«10»
Переключатель «АВТ. ЖДУЩ. ОДНОКР.» — в положение «АВТ.»
Множитель развертки—в положение «×1».

Подайте на гнездо « ⏚ » усилителя Y от генератора ИК3-15 сигнал с частотой 1 кГц. Регулируя R107 на плате У4, добейтесь полного совпадения импульсов генератора с вертикальными линиями шкалы.

Поставьте переключатель множителя развертки в положение «×0,1», а переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «10ms». Регулируя R112 на плате У4, добейтесь полного совпадения импульсов генератора с вертикальными линиями шкалы.

Для калибровки развертки на 0,5; 0,2; 0,1 мкс/дел ×0,1 используйте генератор Г3-19А. Подстройку ведите с помощью подстроечных конденсаторов С23, С25, С27 (корпус).

11.4.12. Балансировка горизонтального усилителя

Подайте от генератора ИК3-15 на гнездо « ⏚ » сигнал с частотой 200 Гц. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установите в положении «10», переключатель множителя развертки — в положение «×1», переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «1ms».

С помощью переменного резистора R112 (У4) «БАЛАНС» совместите три изображения импульсов генератора с первой, шестой и одиннадцатой вертикальными линиями шкалы.

Установите переключатель множителя развертки в положение — «×0,1». Если при этом средний импульс изображения не совпадает с центральной вертикальной линией шкалы, то для совмещения воспользуйтесь ручкой ←•→ . Затем вновь множитель развертки верните в положение — «×1» и подрегулируйте совмещение переменным резистором R113 (У4). Эти операции проводите до тех пор, пока при переключении множителя развертки из положения «×1» в положение «×0,1» и обратно средний импульс не будет смещаться относительно средней вертикальной линии шкалы.

11.4.13. Калибровка линейности развертки

Линейность должна быть одинаковой по всей протяженности изображения.

Для проверки установите переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» в положение «0,1 μs». На гнездо «⊕» подайте сигнал от генератора Г3-19А с частотой 50 МГц.

Сместите изображение так, чтобы развертка начиналась от первой вертикальной линии сетки. Ручку множителя развертки установите в положение «×0,1». Проверьте линейность по двум периодам влево и вправо от центральной линии. Регулировками С44 и С45 подстройте длительности периодов влево и вправо от центра. Их равенство определяет одинаковую скорость луча между первой, пятой и девятой вертикальными линиями сетки.

12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

12.1. Профилактические работы

Профилактические работы проводятся с целью обеспечения нормальной работы прибора только по окончании гарантийного срока эксплуатации. Окружающая среда, в которой находится прибор, определяет частоту осмотра.

Рекомендуемые сроки и виды проведения профилактических работ:

— визуальный осмотр—каждые 3 месяца;

— внутренняя и внешняя чистка—каждые 6 месяцев;

— смазка—каждые 12 месяцев.

При вскрытии прибора и проведении профилактических работ следует иметь в виду меры безопасности, указанные в разделе 8 настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации.

12.1.1. Визуальный осмотр

При визуальном осмотре внешнего состояния прибора рекомендуется проверять крепление органов управления, плавность их действия и четкость фиксации, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий, крепление деталей и узлов на шасси прибора, состояние контровки гаек, надежность паек и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из керамики и пластмассы.

Рекомендуется проверять комплектность прибора и исправность запасного имущества.

Необходимо выявлять перегретые элементы и определять фактическую причину перегрева до замены такого элемента, так как в противном случае повреждение может повториться.

12.1.2. Внутренняя и внешняя чистка

Скопление пыли в приборе может вызвать перегрев и повреждение элементов, так как пыль служит изолирующей прокладкой и уменьшает эффективность рассеивания тепла. Пыль снаружи прибора устраняйте мягкой тряпкой или щеткой.

Внутри прибора пыль лучше устранять продувкой сухим воз-

духом. Уделяйте особое внимание высоковольтным узлам и деталям, т. к. чрезмерное скопление пыли или грязи в этих местах может вызвать пробой.

12.1.3. Смазка прибора

Надежность переключателей, переменных резисторов и других вращающихся элементов можно увеличить за счет соответствующей смазки. Для смазки осевых втулок, переключателей можно использовать технический вазелин.

12.2. Поверяемые характеристики и средства поверки

Поверка на соответствие паспортным данным производится по параметрам, указанным в таблице 6.

Таблица 6

Поверяемые параметры	Технические данные	Номера пунктов методики проверки
1. Рабочая часть экрана в мм не менее		
по вертикали	48	
по горизонтали	80	12.3.2а
2. Толщина линии луча в мм, не более	0,8	12.3.2а
3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение и измерение предельно быстрого сигнала в Гц, не более	50	12.3.2а
4. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот от 0 до 7 МГц по отношению к частоте 100 кГц в %, не более	5	12.3.2б
5. Время нарастания переходной характеристики тракта вертикального отклонения:		
а) для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 10В/дел в нс, не более	10	12.3.2в
б) для коэффициента отклонения 5мВ/дел в нс, не более	14	

Поверяемые параметры	Технические данные	Номера пунктов методики проверки
6. Полоса пропускания тракта вертикального отклонения при спаде амплитудно-частотной характеристики, не превышающей 3 дБ:		12.3.2г
а) для коэффициентов отклонения от 10мВ/дел до 10В/дел в МГц	0—35	
б) для коэффициента отклонения 5мВ/дел в МГц	0—25	
7. Выброс на переходной характеристике в %, не более	5	12.3.2д
8. Неравномерность вершины изображения импульса (отражения, синхронные наводки) в толщине линии луча, не более	1	12.3.2е
9. Регулировка перемещения луча по вертикали обеспечивает его смещение относительно средней линии шкалы в мм, не менее	±24 мм	12.3.2ж
10. Смещения луча из-за дрейфа в мВ, не более		
а) в течение 30 мин.	5	
б) при изменении напряжения сети на ±10%	2,5	12.3.2з
в) за 1 минуту	1	
11. Погрешности калибратора амплитуды и длительности:		
а) погрешность калибровочного напряжения в %, не более	±1,5	12.3.2и
б) погрешность частоты в %, не более	±1,5	
12. Погрешность измерения амплитуды синусоидальных сигналов в диапазоне частот до 7 МГц и амплитуды импульсных сигналов от 15 мВ до 60В при величине изображения от 19,2 до 48 мм (от 2,4 до 6 дел) не превышает, %:		
в нормальных условиях	±5	
в рабочих условиях	±6	12.3.2к
13. Погрешность измерения временных интервалов в диапазоне разверток от 0,02 мкс/дел до 50 мкс/дел при измеряемом размере по горизонтали от 32 мм до 80 мм (от 4 до 10 дел) не превышает, %:		
в нормальных условиях	±5	
в рабочих условиях	±6	
Погрешность измерения временных интервалов на диапазоне развертки 0,01 мкс/дел не превышает, %:		12.3.2л
в нормальных условиях	±6	
в рабочих условиях	±10	

Продолжение табл. 6

Поверяемые параметры	Технические данные	Номера пунктов методики проверки
14. Нелинейность развертки, в %, не более	10	12.3.2к
15. Параметры синхронизирующих сигналов:		
а) диапазон:		
синусоидальных сигналов, Гц	$10—35 \cdot 10^6$	
импульсных, с	$0{,}05 \cdot 10^{-6}—1$	12.3.2н
б) амплитуда:		
при внешней синхронизации, в	0,5—30	
при внутренней синхронизации, соответствующей изображению высотой в мм, не менее:		
в диапазоне частот синусоидальных сигналов 10 Гц—5 МГц	4,8	
в диапазоне частот синусоидальных сигналов 5МГц — 35 МГц и импульсных сигналов длительностью 0,05 мкс — 1 с	8	
16. Регулировка пределов перемещения луча по горизонтали вправо от начала и влево от конца шкалы, в мм не менее	32	12.3.2п
17. Канал Z обеспечивает наблюдение яркостных меток при подаче на вход напряжения в В эфф.	1,5—20	
полоса частот в Гц	$20—10^7$	12.3.2р

Поверку технических характеристик прибора следует производить раз в два года, но не реже, чем через 500 часов работы прибора, а также после ремонта и замены электровакуумных и полупроводниковых приборов.

Проверка указанных в таблице характеристик производится с помощью приборов, сведенных в табл. 7.

Примечание: При проверке допускается использование другой аппаратуры, имеющей аналогичные параметры.

Таблица 7

Наименование аппаратуры	Тип	Основные параметры контрольно-измерительной аппаратуры	Примечание
Генератор	Г5-11	$\tau_{фр} \leqslant 3$ нс	
Генератор	Г3-33	Частота 2%	
Генератор	Г3-41	Частота 1,5%	
Генератор	Г4-18А	Частота 1%	
Генератор	Г3-19А	Частота 1,5%	

Продолжение табл. 7

Наименование аппаратуры	Тип	Основные параметры контрольно-измерительной аппаратуры	Примечание
Генератор	Г3-16 (Г3-39)	Частота 2% Частота 2%	
Генератор	Г5-26	0,1 мкс — 1с	
Генератор	Г5-38	Погрешность 1%	
Делитель	ИК3-15	Погрешность <1%	
Частотомер	Ч3-12	Погрешность ±0,1%	
Милливольтметр ламповый	В3-13	Погрешность ±(4÷6)%	
Установка	В1-4 (В1-2)	Погрешность 0,5% Погрешность 1%	
Милливольтметр	В3-25	Погрешность ±(4÷6)%	
Киловольтметр	ВК2-17	1мВ—100В	
Генератор импульсов	Г5-40	3нс	
Делитель	ДН-8		
Аттенюатор	Д2-22		
Аттенюатор	Д2-24		
Вольтметр	В3-24	Погрешность <1%	

Примечание. Милливольтметры В3-25 и В3-13 должны быть откалиброваны вольтметром В3-24.

12.3. Методика проверки технических характеристик

12.3.1. Общие положения

Проверка прибора и измерение его характеристик проводится в нормальных условиях.

Примечание. Допускается проведение испытаний в условиях, реально существующих в цехе (лаборатории) и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий, установленных ТУ на испытуемый прибор и на контрольно-измерительную аппаратуру, применяемую при испытаниях.

Помещение, в котором производятся испытания электрических параметров прибора, должно быть свободно от сотрясений. Питающая сеть не должна давать резких изменений напряжения.

Возле места испытания не должно быть источника сильных магнитных и электрических полей.

Во время испытания необходимо поддерживать напряжение питающей сети 220В±2%. Контрольно-измерительная и проверочная аппаратура, используемая при испытаниях прибора, должна быть проверена на работоспособность во взаимодействии с испытуемым прибором.

Вся контрольно-измерительная аппаратура, используемая при испытаниях прибора, должна быть аттестована.

12.3.2. Проверка электрических характеристик и режимов производится в следующем порядке:

а) для проверки рабочей части экрана, толщины линии луча, минимальной частоты следования развертки подайте на вход усилителя вертикального отклонения от генератора Г5-11 через согласующий трансформатор 75/50 Ом и переходную цепочку (приложение 5) импульс с временем нарастания 15 нс и частотой следования 50 Гц обеих полярностей, длительностью 50 нс.

Чувствительность усилителя вертикального отклонения установите максимальной, длительность развертки — «0,1 μS» на деление, множитель развертки — «×0,1», величину изображения сигнала — 4,2 дел. (33,6 мм), синхронизацию — внутреннюю. Для наблюдения изображения импульса используйте тубус.

Перемещая положительный импульс вверх и вниз с помощью ручки «↕», влево и вправо от середины экрана с помощью ручки «←•→» перемещения по горизонтали «ГРУБО» наблюдайте за формой импульса.

Измените полярность импульса и проделайте аналогичные операции, считая нулевым уровнем импульса верхнюю горизонтальную линию масштабной сетки прибора.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если форма импульса не искажается в пределах рабочей части экрана, а измеренная толщина линии луча на любом участке изображения, в любом месте рабочей части экрана при оптимальной фокусировке не превышает 0,8 мм. Измерение толщины линии луча производите по масштабной сетке прибора, нанесенной на экран ЭЛТ.

Установите размер изображения импульса 6 дел (48 мм) с помощью регулировки амплитуды выходного напряжения на генераторе Г5-11, если изображение можно наблюдать и измерять, то результат считается удовлетворительным;

б) проверку неравномерности амплитудно-частотной характеристики производите путем снятия частотной характеристики усилителя при положении ручки «ПЛАВНО» усилителя Y, соответствующем калиброванной чувствительности, то есть в крайнем правом по часовой стрелке положении. Снятие частотной характеристики усилителя производите следующим образом: переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установите в положение «0,02». Переключатель входа установите в положение открытого входа. Затем от генератора Г3-33 на вход усилителя подавайте синусоидальное напряжение в диапазоне частот от 20 Гц до 200 кГц, которое поддерживайте постоянным с помощью милливольтметра В3-13. Амплитуду подавае-

мого на вход напряжения установите такой, чтобы размер изображения на экране был равен 4,2 дел. (33,6 мм) при частоте 100 кГц.

В диапазоне частот от 200 кГц до 7 МГц используйте генератор типа Г3-41. Для измерения амплитуды используйте милливольтметр В3-25, делитель ДН-8.

С помощью ручки « ☼ » и переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите удобную для работы яркость и длительность. Далее при помощи масштабной шкалы прибора измерьте величину изображения сигнала на экране трубки на следующих частотах: 50 Гц, 200 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 3 МГц, 4 МГц, 5 МГц и 7 МГц.

При переходе от точки к точке контролируйте величину изображения и в случае появления подъема или спада между указанными точками отмечайте его и учитывайте при определении частотной характеристики.

Неравномерность частотной характеристики в процентах подсчитывается по формуле (2):

$$N_1 = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \cdot 100 \qquad (2)$$

где

N_1—неравномерность частотной характеристики в процентах;

H_1—величина изображения в миллиметрах на частоте 100 кГц;

H_2—величина изображения в миллиметрах, максимально отличающаяся от величины изображения на частоте 100 кГц.

Таким же образом снимите частотную характеристику во всех положениях входного делителя.

Неравномерность частотной характеристики в диапазоне от 0 до 50 Гц проверяйте следующим образом. На открытый вход усилителя в положении «0,02» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» подайте калибровочное напряжение с внутреннего калибратора величиной 0,1В. Изображение должно занимать на экране 5 делений (40 мм). Затем на вход подайте постоянное калибровочное напряжение той же величины, путем переключения переключателя калибратора в положение «—». Затем переведите тумблер входа усилителя вертикального отклонения в положение закрытого входа «~» и заметьте отклонение линии развертки.

Результат считается удовлетворительным, если величина отклонения линии развертки постоянным током составляет 40± ±1,6 мм (4%).

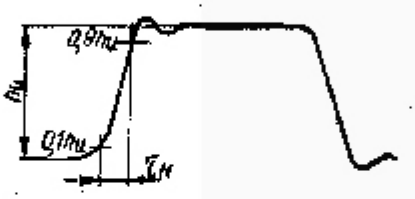
Неравномерность частотной характеристики считается удовлетворительной, если в диапазоне от 0 до 7 МГц не превышает 5%.

Примечание. Допускается величина микрофонного эффекта усилителя вертикального отклонения луча амплитудой не более 8 мм (1 дел) при переключении любого из переключателей или тумблеров на передней панели, кроме ручек потенциометров и переключателя В1;

в) проверка времени нарастания переходной характеристики производится в крайнем правом положении ручки «ПЛАВНО» усилителя Y и в каждом положении переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» за исключением положения «10».

При проверке времени нарастания усилителя, переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установите в положение «0,02». На вход усилителя вертикального отклонения подавайте импульс с генератора Г5-40 длительностью 1 мкс обеих полярностей. Схема соединения приведена в приложении 7. Тумблер синхронизации установите в положение «ВНЕШН.». Подайте опережающий импульс запуска на гнездо « ⊕ X» синхронизации. Опережение должно обеспечивать наблюдение фронта импульса в центральной части экрана.

Величину изображения на экране ЭЛТ установите равную шести делениям (48 мм). Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите в положение «0,1 μS», переключатель множителя развертки — в положение «×0,1». С помощью шкалы экрана измерьте фронт импульса на уровне (10—90%), который и определяет время нарастания переходной характеристики усилителя (рис. 6).



$\tau_н$—время нарастания переходной характеристики.

$h_и$—амплитуда изображения испытательного импульса.

Рис. 6. Определение времени нарастания переходной характеристики

Результат проверки считается удовлетворительным, если время нарастания воспроизведенного на экране импульса во всех положениях входного делителя не превышает 10 нс, а в положении «0,005» не превышает 14 нс;

Примечания: 1. При работе с аттенюаторами Д2-22, Д2-24 допускается уменьшить размер изображения с помощью ручки «ПЛАВНО» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ» в пределах 1 дБ для получения величины изображения 6 делений (48 мм).

2. Проверка времени нарастания переходной характеристики производится в пятом или шестом делениях шкалы экрана по горизонтали.

3. При проверке параметров переходной характеристики допускается смещение изображения измерительного импульса по вертикали не более 1 деления за пределы рабочей части экрана.

г) проверка полосы пропускания канала вертикального отклонения производится путем снятия амплитудно-частотной характеристики усилителя при установке ручки «ПЛАВНО» усилителя Y в крайнее по часовой стрелке положение. Проверку производите по методике, изложенной в п. б) настоящего раздела с последующей проверкой на частотах 10, 15, 20, 25, 30 и 35 МГц. При коэффициентах отклонения 2; 5 и 10 вольт на деление проверку по-

лосы пропускания производите с помощью генератора Г3-41 в диапазоне до 30 МГц, при коэффициентах отклонения от 5 мВ/дел до 1В/дел включительно проверка производится с помощью генератора типа Г4-18А в диапазоне до 35 МГц.

Спад амплитудно-частотной характеристики в децибеллах подсчитывайте по формуле:

$$N = 20 \lg \frac{H_1}{H_2} \qquad (3)$$

N — спад характеристики в децибеллах;

H_1 — величина изображения в делениях на частоте 100 кГц;

H_2 — величина изображения в делениях, максимально отличающаяся от величины изображения на частоте 100 кГц.

Результат проверки считается удовлетворительным, если спад амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот от 7 МГц до 35 МГц не превышает 3дБ. В положении «0,005» переключателя входного делителя полоса пропускания должна быть от 7 МГц до 25 МГц при спаде амплитудно-частотной характеристики не более 3 дБ.

Примечание. Проверка полосы пропускания и неравномерности АЧХ обязательна при отсутствии аппаратуры для проверки параметров переходной характеристики;

д) выброс на изображении импульса проверяется в крайнем правом положении ручки «ПЛАВНО» усилителя Y во всех положениях переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.», за исключением положения «10». Проверка величины выброса производится следующим образом. Установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,05», ручку «ПЛАВНО» усилителя Y—в крайнее правое положение, переключатель «ВНУТР.; СЕТЬ; ВНЕШН. 1:1; ВНЕШН. 1:10» в положение «ВНЕШН.». Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите в положение «0,1 μS», переключатель множителя развертки в положение «×0,1». Подайте на вход усилителя вертикального отклонения от генератора Г5-40 импульс длительностью 1 мкс с временем нарастания 3 нс положительной (или отрицательной) полярности. Схема соединения приведена в приложении 7. Размер изображения установите 32 мм (4 дел.) органами управления выходными напряжениями генератора.

На гнездо « ⊸ X» синхронизации подайте опережающий импульс запуска. Опережение должно обеспечивать наблюдение фронта импульса в центральной части экрана. Измерьте с помощью шкалы экрана амплитуду воспроизведенного импульса и амплитуду выброса (рис. 7).

Примечание. При работе с аттенюаторами Д2-22, Д2-24 допускается уменьшать размер изображения с помощью ручки «ПЛАВНО» переключателя «Вольт/Дел» в пределах 1 дБ для получения величины изображения 4 деления (32 мм).

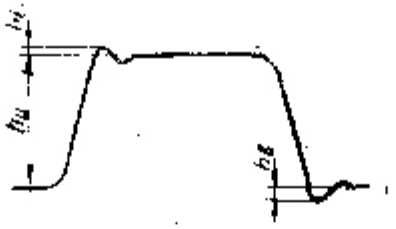


Рис. 7.

Величина выброса в процентах подсчитывается по формуле:

$$\delta_u = \frac{h_в}{h_u} \cdot 100 \qquad (4)$$

где δ_u — величина выброса на переходной характеристике;

$h_в$ — амплитуда изображения выброса;

h_u — амплитуда изображения импульса.

Результат проверки считается удовлетворительным, если в любом из положений входного делителя выброс на переходной характеристике не превышает 5%.

Примечание. При отсутствии аппаратуры для проверки параметров переходной характеристики (пп. 5, 7 табл. 6) в положении «10» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» проверяются полоса пропускания и неравномерность АЧХ (пп. 4, 6 табл. 6);

е) неравномерность вершины изображения импульса (отражения, синхронные наводки) проверяется следующим образом.

Установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «0,005», ручку «ПЛАВНО» усилителя Y в положение «▼», переключатель длительности развертки в положение «0,1 μS», множитель развертки в положение «×0,1», переключатель синхронизации в положение «ВНУТР.». Подайте на вход усилителя Y от генератора Г5-11 через переходную цепочку (приложение 5) импульс с временем нарастания 21 нс длительностью 80 нс. Установите величину изображения на 6 делений шкалы экрана (48 мм).

Измерения отражений и синхронных наводок производите по шкале экрана электроннолучевой трубки следующим образом.

Отражения (Г) измерьте как отклонения луча по вертикали (выбросы и впадины), вызванные неполным согласованием элементов схемы осциллографа (рис. 8).

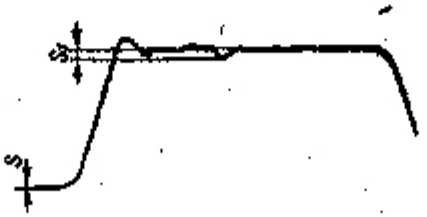


Рис. 8.

Величину отражений определяют по формуле:

$$\Upsilon = \frac{S_1 - S}{S}, \qquad (5)$$

где

Υ—отражения;

S_1—выброс или впадина из-за неполного согласования;

S—толщина линии луча, равная 0,8 мм.

Результат считается удовлетворительным, если величина отражений, подсчитанная по формуле (5), не превышает одной толщины линии луча.

Синхронные наводки (V) определите путем измерения амплитуды наложенных на изображение колебаний, вызванных внутренними наводками, синхронными с запуском развертки (рис. 9).

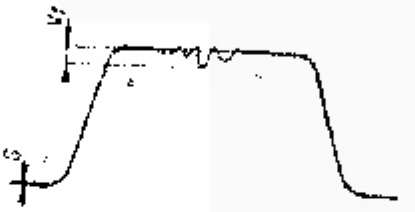


Рис. 9.

Величину синхронных наводок определите по формуле (6):

$$V = \frac{V_1 - S}{S}, \qquad (6)$$

где

V — синхронные наводки;

V_1 — отклонения луча из-за наложенных на изображение колебаний;

S — толщина линии луча, равная 0,8 мм.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина синхронных наводок не превышает одной толщины линии луча;

ж) проверка пределов смещения луча по вертикали производится путем визуального наблюдения положения линии развертки на экране ЭЛТ.

Перемещайте с помощью ручки « ↕ » луч по вертикали. Ре-

зультат проверки считается удовлетворительным, если луч перемещается по вертикали не менее чем на ±24 мм (±3 дел.) от средней линии шкалы;

з) проверка смещения луча из-за дрейфа производится при максимальной чувствительности усилителя вертикального отклонения следующим образом.

После тридцатиминутного прогрева установите луч в центре экрана, сбалансируйте, затем через полчаса по масштабной шкале определите величину смещения луча от центра в делениях. При этом питающая сеть должна иметь стабильность не хуже чем ±2%. При прогреве прибора луч поддерживайте в центре экрана.

Результат проверки считается удовлетворительным, если дрейф за 30 мин. не превышает 5мВ (1 деление).

Проверяется дрейф при изменении напряжения питающей сети на ±10%. Изменяйте напряжение сети ±10%. При этом замечайте дополнительное смещение луча на экране. Отсчет производите через 2 минуты после изменения напряжения сети. Результат проверки считается удовлетворительным, если дополнительное смещение луча при изменении напряжения сети на ±10% не превышает 2,5 мВ (0,5 деления).

Проверьте дрейф за 1 минуту при номинальном напряжении сети. Результат проверки считается удовлетворительным, если за 1 минуту дрейф не превышает 1 мВ (0,2 деления);

и) для проверки погрешности калибратора амплитуды и длительности соедините гнездо « ⊂→ » калибратора со входом киловольтметра цифрового типа ВК2-17, переключатель вида напряжения калибратора поставьте в положение «—». Произведите измерение калибровочного напряжения во всех оцифрованных положениях переключателя калибратора «mV; V».

Результат проверки считается удовлетворительным, если во всех положениях переключателя напряжения не будут отличаться от указанных на шкале более чем на 1,5%.

Установите переключатель вида напряжения калибратора в положение « ⎍ 1кHz» и соедините гнездо « ⊂→ » калибратора с электронносчетным частотомером типа Ч3-12 и измерьте частоту следования калибровочного напряжения.

Результат проверки считается удовлетворительным, если частота следования импульсов калибровочного напряжения составляет величину 1000 Гц ±1,5%;

к) определение погрешности измерения амплитуд производится методом сравнения показаний испытуемого осциллографа и установки для проверки ламповых вольтметров типа В1-4.

Переключатель входного делителя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» установите в положение «0,005», ручку «ПЛАВНО» усилителя Y установите в крайнее по часовой стрелке положение. Амплитуду сигнала установите такой, чтобы его изображение имело размер около 48мм (6 дел.), и измерьте испытуемым осциллографом. Синхронизация развертки внутренняя.

Далее производится измерение при амплитуде сигнала равной 19,2 мм (2,4 дел.).

Аналогичные измерения произведите для всех положений переключателя входного делителя. Погрешность измерения амплитуды в процентах подсчитайте по формуле:

$$\delta u = \frac{U_1 - U_2}{U_1} \cdot 100 \qquad (7)$$

δu — погрешность измерения амплитуды;

U_1 — величина напряжения, отсчитанная по шкале прибора В1-4;

U_2 — амплитуда напряжения сигнала, измеренная испытуемым осциллографом.

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения амплитуд сигналов в диапазоне от 15мВ до 60В не превышает ±5% в нормальных условиях и ±6% в рабочих условиях.

Примечания: 1. Перед проверкой погрешности измерения амплитуд, откорректируйте калибратор амплитуды испытываемого осциллографа и чувствительность канала вертикального отклонения.

2. Погрешность измерения амплитуд отсчитывается по шкале контрольного прибора установки В1-4 непосредственно в процентах.

3. Величина выходного напряжения установки В1-4 равна удвоенному значению амплитуды на экране испытываемого осциллографа.

л) определение погрешности измерения временных интервалов производите методом сравнения показаний испытуемого прибора и показаний счетчикового делителя ИК3-15, генераторов Г4-18А, Г3-19А.

Перед проверкой производите калибровку развертки по внутреннему калибратору длительности согласно п. 10.1.14. На вход испытуемого прибора подавайте напряжение такой частоты, чтобы на рабочей части развертки на 10 делениях укладывалось 10 периодов (см. табл. 8).

Таблица 8

Таблица проверки длительностей развертки

Длительность одного деления проверяемой развертки	В положении ×1		В положении ×0,1		Примечание
	калиброванная частота	тип прибора	калиброванная частота	тип прибора	
50мс/дел	20Гц	ИК3-15	200Гц	ИК3-15	
20мс/дел	50Гц	»	500Гц	»	
10мс/дел	100Гц	»	1кГц	»	
5мс/дел	200Гц	»	2кГц	»	
2мс/дел	500Гц	»	5кГц	»	
1мс/дел	1000Гц	»	10кГц	»	
0,5мс/дел	2кГц	»	20кГц	»	
0,2мс/дел	5кГц	»	50кГц	»	
0,1мс/дел	10кГц	»	100кГц	»	
50мкс/дел	20кГц	»	200кГц	»	
20мкс/дел	50кГц	»	500кГц	»	
10мкс/дел	100кГц	»	1МГц	»	
5мкс/дел	200кГц	»	2МГц	»	
2мкс/дел	500кГц	»	5МГц	»	
1мкс/дел	1МГц	»	10МГц	»	
0,5мкс/дел	2МГц	»	20МГц	Г3-19	
0,2мкс/дел	5МГц	»	50МГц	»	
0,1мкс/дел	10МГц	»	100МГц	»	Проверка производится на 5 периодах

С помощью масштабной сетки измерьте временные интервалы, занимающие участки длиной 32 мм (4 дел), в любом месте рабочей части каждого диапазона развертки, кроме того, измерьте временной интервал, занимающий участок длиной 80 мм (10 дел) каждого диапазона развертки, а при положении переключателя множителя развертки «×0,1»—в любом месте рабочей части растянутой развертки.

Примечание. Рабочим участком развертки является участок длиной 80 мм. В рабочую часть растянутой развертки (×0,1) не включается начальный и оконечный участки развертки, составляющие по 10% от ее длительности.

Погрешность измерения временных интервалов (δ_t) в процентах подсчитывается по формуле:

$$\delta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100, \qquad (8)$$

где T_1—образцовый интервал времени;

T_2—временной интервал, измеренный осциллографом.

Результат проверки считается удовлетворительным, если погрешность измерения временных интервалов в диапазоне разверток от 0,02 мкс/дел до 50 мс/дел не превышает ±5% в нормальных условиях и ±6% в рабочих условиях, а на диапазоне развертки 0,01 мкс/дел не превышает ±6% в нормальных условиях и ±10% в рабочих условиях;

м) проверка нелинейности развертки производится путем исследования рабочей части развертки всех длительностей во всей рабочей части экрана электроннолучевой трубки. Произведите определение нелинейности развертки при помощи меток времени, для чего используйте генераторы типа Г4-18А, Г3-33 и Г3-16.

При определении нелинейности развертки частоту следования устанавливайте такой, чтобы размер изображения периода сигнала в середине рабочей части экрана был равен одному делению при данной длительности развертки, когда середина рабочей части развертки совмещена с серединой шкалы.

Нелинейность развертки (βр) в процентах подсчитайте по формуле:

$$\beta p = (a - 1) \cdot 100, \qquad (9)$$

где

а—наиболее отличный от одного деления шкалы экрана размер изображения временного интервала в любом месте рабочей части экрана в делениях шкалы.

При проверке ручка «ПЛАВНО» длительности развертки должна находиться в крайнем по часовой стрелке положении.

Результат проверки считается удовлетворительным, если нелинейность развертки относительно масштабной шкалы не превышает ±10%;

н) проверка внутренней синхронизации осуществляется следующим образом. Для проверки внутренней синхронизации синусои-

дальным сигналом при максимальной чувствительности усилителя вертикального отклонения подайте сигнал от генератора Г3-16 (ГНЧ) частотой 10 Гц, затем от генератора Г4-18А сигнал с частотой 5 МГц и 35 МГц. Для сигналов от 10 Гц до 5 МГц установите размер изображения на экране 0,6 деления (4,8 мм), а для сигналов от 5 МГц до 35 МГц—размер изображения 1 деление. Синхронизация должна быть устойчивой.

Примечания: 1. Устойчивость синхронизации обеспечивается ручкой «УРОВЕНЬ», а на высоких частотах ручками «УРОВЕНЬ» и «В. Ч.».

2. Результат испытаний при синхронизации считается удовлетворительным, если за счет размытости и расфокусировки толщина линии не превышает двух толщин линии луча.

Проверку произведите для положений «+» и «—» переключателя синхронизации.

Проверку внутренней синхронизации импульсным сигналом производите при максимальной чувствительности канала «Y» и при амплитуде изображения на экране — 1 деление.

Подайте от генератора Г5-11 испытательный импульс длительностью 0,05 мкс с частотой следования 1—2 кГц. Производите проверку синхронизации импульсами положительной и отрицательной полярности в положении переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» «0,1μS» и переключателя множителя развертки «×0,1».

Далее проверьте устойчивость синхронизации импульсом длительностью 1с амплитудой изображения на экране — 1 деление. Подайте испытательный импульс от генератора Г5-26. Проверку производите при положении переключателя «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» «50mS» и ручки длительности «ПЛАВНО», установленной в крайнем против часовой стрелки положении. Проверку производите в положениях «+» и «—» переключателя синхронизации.

Результат проверки внутренней синхронизации считается удовлетворительным, если минимальная величина изображения при устойчивой синхронизации развертки частотой от 10 Гц до 5 МГц не превышает 0,6 деления (4,8 мм), а для синусоидальных сигналов частотой от 5 МГц до 35 МГц и импульсных сигналов длительностями от 0,05 мкс до 1с величина изображения при устойчивой синхронизации не превышает одного деления (8 мм).

Примечание. В режиме автозапуска синхронизация развертки осуществляется от 30 Гц.

При проверке синхронизации сигналом сети питания переключатели на передней панели осциллографа устанавливаются в следующие положения:

«≂; ⊥; ~» — «≂»
«ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — «10 В/ДЕЛ.»
«ВНУТР.; СЕТЬ; ВНЕШ.» — «СЕТЬ»
«ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — «10 мс/ДЕЛ.» (50 Гц), либо «1 мс/ДЕЛ.» (400 гц)

Пинцетом прикасаются к гнезду входа усилителя Y. На экране должно появиться изображение наводок с частотой сети питания.

Вращая ручку «УРОВЕНЬ», добиваются устойчивого изображения.

о) проверка внешней синхронизации развертки производится следующим образом.

Измерения минимальной и максимальной амплитуды напряжения сигнала внешней синхронизации проводятся непосредственно испытываемым осциллографом.

Примечание. При наблюдении синусоидального сигнала величина изображения на экране осциллографа для минимального сигнала (0,5В) в положении «0,5» переключателя «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» составляет 2 деления, для максимального сигнала (30В) в положении «10» составляет 6 делений.

Синхронизация синусоидальным сигналом

Подайте на вход усилителя вертикального отклонения и вход синхронизации сигнал с частотой 10 Гц амплитудой 0,5В.

Установите переключатель синхронизации в положение «ВНЕШН. 1 : 1», переключатель входа синхронизации в положение «≂», «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — в положение «50 mS», ручку длительности «ПЛАВНО» в крайнее по часовой стрелке положение и проверьте синхронизацию. Затем проверьте синхронизацию при амплитуде напряжения равной 30В в положении переключателя синхронизации «ВНЕШН. 1 : 10».

Далее подайте на входы усилителя вертикального отклонения и синхронизации сигнал с частотой 30 МГц амплитудой изображения на экране 0,5В от генератора типа Г3-41.

Переключатель синхронизации должен быть установлен в положение «ВНЕШН. 1 : 1» и переключатель входа синхронизации в положение «≂» и проверьте синхронизацию в положении переключателя синхронизации «ВНЕШН. 1 : 10» — «0,1μS».

Все вышеуказанные испытания проводите как в положении «+», так и в положении «—» переключателя полярности синхронизации.

Синхронизация импульсным сигналом

Подайте на входы усилителя вертикального отклонения и синхронизации от генератора Г5-11 импульс длительностью 0,05 мкс амплитудой 0,5В.

Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите в положение «0,1 μS», множитель развертки в положение «×0,1», переключатель синхронизации установите в положение «ВНЕШН. 1 : 1», а переключатель входа синхронизации в положение «≂», и проверьте синхронизацию.

Проверьте синхронизацию развертки при амплитуде напряжения импульса 30В в положении переключателя синхронизации «ВНЕШН. 1 : 10», используя при этом импульсы положительной и отрицательной полярностей.

Далее проверьте синхронизацию развертки импульсом длительностью 1 с, амплитудой 0,5В, который подайте от генератора типа Г5-26. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите в положе-

ние «50 mS», множитель развертки в положение «×1», ручку регулировки длительности развертки «ПЛАВНО» установите в крайнее против часовой стрелки положение. Проверьте синхронизацию. Положение ручек при этом должно быть следующее: переключатель синхронизации в положении «ВНЕШН. 1 : 1», переключатель входа синхронизации в положении «—».

Затем проверьте синхронизацию при амплитуде напряжения импульса 30В в положении переключателя синхронизации «ВНЕШН. 1 : 10».

Результат проверки внешней синхронизации считается удовлетворительным, если минимальная амплитуда напряжения синхронизирующего сигнала при устойчивой синхронизации развертки частотами от 10 Гц до 35 МГц и импульсами обеих полярностей длительностью от 0,05 мкс до 1 с не превышает 0,5В, развертка синхронизируется частотами от 10 Гц до 35 МГц и импульсами обеих полярностей длительностью от 0,05 мкс до 1 с при амплитуде напряжения 30В.

п) проверку перемещения луча по горизонтали производите путем визуального наблюдения положения линии развертки относительно шкалы на экране ЭЛТ.

Переключатель длительности развертки «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» установите в положение «0,1 μS», множитель развертки в положение «×0,1», переключатель режима запуска развертки в положение «АВТ.». Проверьте возможность перемещения линии развертки ручками « ←•→ » «ГРУБО» и «ПЛАВНО». Результат проверки считается удовлетворительным, если ручками « ←•→ » изображение развертки перемещается не менее, чем 32 мм (4 дел.) вправо от начала и влево от конца шкалы;

р) проверку чувствительности и полосы пропускания канала Z производите следующим образом. Установите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «1», переключатель длительности развертки в положение «50 mS», множитель развертки в положение «×1», синхронизацию — внутреннюю, ручку плавной регулировки усиления в крайнее по часовой стрелке положение.

С генератора Г3-33 на вход усилителя вертикального отклонения « ⊖ » и гнездо « ⊖ Z» подайте сигнал частотой 20 Гц. Измерение амплитуды сигнала производите собственным осциллографом. Размах сигнала с помощью регулировки выхода и ослабления генератора установите равным 4 делениям (32 мм). Регулировкой « ☼ » добейтесь получения на изображении синусоиды яркостных меток. Переключите переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» в положение «10» и увеличьте сигнал на экране осциллографа до 5, 6 делений (45 мм). Регулировкой «ЯРКОСТЬ» добейтесь получения четких яркостных меток.

Используя генератор типа Г3-41, аналогично проверьте наличие меток на частоте 10 МГц; переключатель длительности при этом установите в положение «0,1 μS».

Результат проверки считается удовлетворительным, если яркостные метки наблюдаются в полосе частот от 20 Гц до 10 МГц при напряжении от 1,5В эфф. до 20В эфф.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Хранение приборов должно производиться при температуре в пределах от минус 40° С до +30° С и относительной влажности воздуха до 95%.

Транспортировка приборов в условиях эксплуатации должна производиться в собственной транспортной таре, в которой приборы поступают к потребителю с завода-изготовителя.

Приборы упаковываются в транспортные ящики. Предварительно приборы заворачиваются во влагоустойчивую бумагу. На каждой упаковке делается соответствующая надпись для распознавания прибора на складах.

Все снятые и прилагаемые к прибору части должны быть с наклейками и ярлыками и должны упаковываться в одном ящике с прибором.

Транспортный ящик должен быть полностью заполнен гофрированным картоном или другим упаковочным материалом.

Если предполагается, что прибор долгое время не будет находиться в работе, требуется обязательная его консервация.

Консервация прибора производится следующим образом:

а) прибор и комплект принадлежностей очистить от пыли и грязи. Если до этого прибор подвергался воздействию влаги, он просушивается в лабораторных условиях в течение двух суток;

б) вилки, розетки и разъемы шнуров питания и кабелей обернуть промасленной бумагой и обвязать ниткой;

в) металлические движущиеся части прибора смазать смазкой ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6762-59.

Электрические контакты не смазывать.

г) прибор поместить в упаковочный ящик и запломбировать.

После длительного хранения прибор подвергать тщательному осмотру и очистке от предохранительной смазки и покрыть защитным лаком.

ПРИЛОЖЕНИЯ

КАРТА НАПРЯЖЕНИЙ

Транзисторы

Таблица 1

Позиционное обозначение	Напряжение в вольтах			Примечание
	коллектор	эмиттер	база	
Корпус				
Т1	+51	+2,9	+3,55	
Т2	+51	+2,9	+3,55	
Т3	+35,5	0	0,77	
Т4	+65	+35	+36	
Т5	+65	+35	+36	
Т6	+44,5	0	+0,68	
Т7	+6,7	+0,8	+1,38	
Т8	+6,7	0	+0,79	
Т9	+17,5	+11,2	+11,9	
Т10	+17,5	+10,7	+11	
Т11	+115	+85	+85	
Т12	+115	+82,5	+85	
Т13	+117,5	+115,4	+115,4	
Т14	+117,5	+115	+115	
У1				
Т1	+0,78	—8,4	—7,7	
Т2	+3,9	0	+0,84	
Т3	0	—5,4	—4,6	
Т4	0	+3,9	+3,5	
Т5	—7,2	+0,1	—0,2	
Т6	+0,77	—0,7	0	
Т7	+6,2	+0,51	+0,83	
Т8	+9,2	+5,9	+6,2	
Т9	—7,2	0	—0,28	
Т10	+4,8	—0,67	0	
Т11	+4,8	—0,67	0	
Т12	+4,17	+8,1	+7,4	
Т13	+4,2	+8,2	+7,5	
У2				
Т1	—3,2	+0,45	0	

Позиционное обозначение	Напряжение в вольтах			Примечание
	коллектор	эмиттер	база	
T2	—3,2	+0,45	0	
T3	+0,3÷+0,5	—4,1	—3,4	
У2				
T4	+0,3÷+0,5	—4,1	—3,4	
T5	+4,8	+2,22	+2,5	
T6	+4,8	+2,22	+2,5	
T7	+4,8	+2,2	+2,5*	
T8	+4,8	+2,22	+2,5	
У4				
T1	+7,4	+0,5	+1,2	
T2	+8,0	+0,5	+1,4	
T3	+0,06	+8,5	+8,2	
T4	0	+8,7	+8,5	
T5	+11,4	—1,1	—0,59	
T6	—1,5	+10,2	+10,9	
T7	+10,2	—1,28	—0,36	
T8	+0,56	0	+0,52	
T9	+0,50	+0,51	+1,00	
T10	+0,28	0	+0,77	
T11	0	+0,41	+3,1	
T12	+2,4	0	0,02	
T13	—1,6	+2,5	+2,3	
T14	—1,3	+3,1	+4,1	
T15	—0,3	0	—0,32	
T16	0	+13,7	+15,7	
T17	+0,38	—2,65	—2,3	
T18	+8,0	—2,67	—2,39	
T19	0	+11,8	+10,3	
T20	+10,2	0	+0,75	
T21	+7	0	+0,78	
T22	+7,2	0	+0,78	
T23	—0,19	+7,7	+7,1	
T24	—0,23	+7,9	+7,2	
T25	—4,6	+0,8	+0,52	
T26	—4,8	+0,75	+0,51	

Продолжение табл. 1

Позиционное обозначение	Напряжение в вольтах			Примечание
	коллектор	эмиттер	база	
У5				
Т1	+3,2	—0,8	0	
Т2	+7,4	+2,9	+3,7	
Т3	+60	+1,85	+2,57	
Т4	+85	+59	+60	
У6				
Т1	—0,76	—5,7	—5,2	
Т2	+0,1	—5,7	—5,2	
Т3	+39	0	+0,1	
Т4	+80	+40	+41	
У7				
Т1	0	—7,1	—6,5	
Т2	+1,35	—7,1	—6,5	
Т3	+1,35	—10,6	—10,3	
Т4	+12	0	+0,7	
Т5	+12	—0,19	0	
Т6	+83	0	+0,75	
Т7	+83	+81	+80	
Т8	+110	+82	+83	
У9				
Т1	+30(+26)	+1,6(+1,05)	+1,35(+0,88)	
Т1 (У1)	+1,1	—11,1	—10,0	
Т2 (У1)	+1,9	—10,2	—11,2	
Т3 (У1)	+1,8	+1,1	+2,8	
Т4 (У1)	+10,7	+1,3	+2,8	

Электровакуумные приборы

Таблица 2

Позиционное обозначение	Напряжение в вольтах				Примечание
	анод	сетка	катод	накал	
Л2(У1)	+72	0	+1,44	6,0	
Л1(У4)	+80	0	+2,1	+6,5	
Л2(У4)	+71	—1,2	+0,8	+6,1	

Электроннолучевая трубка 11ЛО1И (Л2)

Таблица 3

Номер вывода	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Величина напряжения	6,3 В	1,9 кВ	1,98 кВ	1,53 кВ	26 В	1,98 кВ	0÷50 В	0,05 В	0÷100 В	0	1,98 кВ	0	1,98 кВ	6,3 В

Примечания: 1. Питающие напряжения +80В; ±10В должны быть установлены с точностью ±0,5В.

2. Напряжения измерены относительно шасси прибором ВК7-9.

3. Переключатели режима развертки — в положении «АВТ».

4. Синхронизация — в положении «ВНУТР.», «+», «~».

5. Ручки «↕», «←●→», «УРОВЕНЬ», «В.Ч.», «ЯРКОСТЬ», «ФОКУС» — в среднем положении.

6. Множитель развертки — в положении «×1».

7. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — в положении «0,02».

8. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.»—в положении «0,1 mS».

9. Накал ЭЛТ «6,3В» измерен между выводами 1 и 14.

10. Высокие напряжения на электродах ЭЛТ измерены киловольтметром типа С50/8.

11. Калибратор в положении «⎍ 1 kHz», «50V».

Напряжения в приборе не должны отличаться от указанных значений более чем на ±20%.

КАРТА СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРАНЗИСТОРОВ

Таблица 1

Позиционное обозначение	Сопротивление (Ом)					
	коллектор	предел измерений	эмиттер	предел измерений	база	предел измерений
Корпус						
Т1	17	10^2	∞	10^2	0,36	10^2
Т2	17	10^2	∞	10^2	0,36	10^2
Т3	∞	10^3	0	10^2	0,14	10^3
Т4	0,93	10^4	∞	10^3	0,9	10^4
Т5	0,93	10^4	∞	10^3	0,9	10^4
Т6	∞	10^3	0		0,13	10^3
Т7	2,5	10^2	0,14	10^2	0,27	10^2
Т8	2,45	10^2	0	10^2	0,14	10^2
Т9	2,7	10^2	0,36	10^2	0,57	10^2
Т10	2,7	10^2	0,22	10^2	0,38	10^2
Т11	∞	10^2	7,2	10^2	8,0	10^2
Т12	∞	10^2	6,3	10^2	7,2	10^2
Т13	∞	10^3	∞	10^3	∞	10^3
Т14	∞	10^3	∞	10^3	∞	10^3
У1						
Т1	0,81	10^2	3,5	10^2	0,25	10^2
Т2	0,44	10^3	0,15	10^3	0,2	10^3
Т3	0,15	10^3	0,63	10^3	0,24	10^3
Т4	0,16	10^3	0,14	10^3	0,43	10^3
Т5	0,25	10^3	0,12	10^3	0,39	10^3
Т6	0,12	10^3	1,16	10^3	0,08	10^3
Т7	0,18	10^3	0,5	10^2	0,12	10^3
Т8	0,12	10^3	0,72	10^3	0,18	10^3
Т9	0,24	10^3	0,23	10^3	0,32	10^3
Т10	0,46	10^3	0,57	10^3	0,17	10^3
Т11	0,46	10^3	0,57	10^3	0	
Т12	0,15	10^3	0,41	10^2	1,27	10^2
Т13	0,84	10^2	0,41	10^2	1,27	10^2

Позиционное обозначение	Сопротивление (Ом)					
	коллектор	предел измерений	эмиттер	предел измерений	база	предел измерений
У2						
Т1	0,06	10^3	0,07	10^3	0	
Т2	0,06	10^3	0,33	10^3	0	10^3
Т3	0,2	10^3	0,34	10^3	0,06	10^3
Т4	0,2	10^3	0,34	10^3	0,06	10^3
Т5	∞	10^3	0,4	10^3	0,2	10^3
Т6	∞	10^3	0,4	10^3	0,21	10^3
Т7	∞	10^3	0,4	10^3	0,21	10^3
Т8	∞	10^3	0,4	10^3	0,21	10^3
У4						
Т1	∞	10^3	1,65	10^3	1,1	10^3
Т2	∞	10^2	1,65	10^3	2,17	10^2
Т3	0,16	10^2	0,38	10^2	2,45	10^2
Т4	0		0,06	10^4	1,41	10^2
Т5	1,77	10^2	13,5	10^2	2	10^2
Т6	0,05	10^2	0,85	10^2	1,22	10^2
Т7	0,77	10^2	13,5	10^2	0,78	10^2
Т8	∞	10^4	0,0	10^4	0,1	10^4
Т9	∞	10^4	0,1	10^4	0,28	10^2
Т10	20	10^2	0		0,18	10^2
Т11	0,17	10^2	0,22	10^2	4,4	10^2
Т12	4,4	10^2	0		0,17	10^2
Т13	0,37	10^3	0,13	10^3	0,56	10^3
Т14	0,77	10^2	0,13	10^3	8	10^2
Т15	0,09	10^4	0		0,43	10^2
Т16	0,09	10^4	0,12	10^4	1,9	10^4
Т17	11	10^2	3,3	10^2	0,31	10^3
Т18	13	10^2	3,4	10^2	0,3	10^3
Т19	0		0,04	10^4	0,35	10^4
Т20	0,35	10^4	0		0,11	10^3
Т21	0,38	10^3	0		0,15	10^3
Т22	0,44	10^3	0		0,15	10^3
Т23	0,52	10^3	0,16	10^4	0,44	10^3
Т24	0,54	10^3	0,15	10^4	0,45	10^3

Продолжение табл. 1

Позиционное обозначение	Сопротивление (Ом)					
	коллектор	предел измерений	эмиттер	предел измерений	база	предел измерений
Т25	0,43	10^4	0,13	10^3	0,73	10^3
Т26	0,42	10^3	0,14	10^3	0,73	10^5
У5						
Т1	0,27	10^2	11,5	10^2	0	10^5
Т2	0,55	10^3	0,21	10^3	0,16	10^4
Т3	7	10^3	0,66	10^2	0,87	10^2
Т4	10,5	10^3	8,5	10^4	0,14	10^5
У6						
Т1	0,48	10^3	0,5	10^3	0,13	10^4
Т2	0,16	10^4	1,54	10^3	0,14	10^4
Т3	1,05	10^3	0	10^3	0,16	10^4
Т4	0,78	10^3	17	10^3	0,12	10^5
У7						
Т1	0	10^2	3,5	10^2	0,12	10^3
Т2	0,14	10^3	3,5	10^2	0,26	10^3
Т3	0,14	10^3	0,15	10^2	0,15	10^2
Т4	0,53	10^2	0		0,37	10^2
Т5	0,53	10^2	0	10^3	0	
Т6	10,5	10^2	0		0,17	10^2
Т7	10,5	10^2	0,75	10^3	0,95	10^3
Т8	∞	10^3	8	10^2	1,47	10^2
У9						
Т1	0,55	10^4	0,00	10^4	0,16	10^2
Т1 (У9-1)	0,24	10^4	0,26	10^4	0,12	10^6
Т2 (У9-1)	0,24	10^4	0,22	10^4	0,25	10^4
Т3 (У9-1)	0,11	10^4	0,28	10^4	0,23	10^4
Т4 (У9-1)	0,33	10^2	0,25	10^2	0,11	10^4

Электровакуумные приборы

Таблица 2

Поз. обозначение	Тип лампы	Анод (Ом)	Предел измерений	Сетка (Ом)	Предел измерений	Катод (Ом)	Предел измерений
Л2(У1)	6С51Н-В	0,25	10^4	0,23	10^6	0,44	10^2
Л1(У4)	6С51Н-В	0,23	10^4	1,2	10^6	6,2	10^2
Л2(У4)	6С51Н-В	0,24	10^4	0,05	10^6	0,13	10^4

Электроннолучевая трубка 11ЛО1И (Л2)

Таблица 3

Номер вывода	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Величина сопротивления (Ом)	$6{,}1\ 10^6$	$6{,}1\ 10^6$	$1{,}3\ 10^7$	$0{,}7\ 10^7$	$0{,}2\ 10^5$	$1{,}6\ 10^7$	$0{,}4\ 10^4$	∞	$0{,}15\ 10^5$	0	$0{,}25\ 10^3$	∞	$0{,}22\ 10^8$	$6{,}1\ 10^6$

Примечания: 1. Значения сопротивлений измерены относительно шасси прибором ВК7-9 (минусовой вывод прибора ВК7-9 соединен с шасси осциллографа) при выключенном осциллографе;

2. Переключатель режима развертки — в положение «АВТ»;

3. Синхронизация — в положении «ВНУТР.», «+», «~»;

4. Ручки «↕», «↔», «УРОВЕНЬ», «В.Ч.», «ЯРКОСТЬ», «ФОКУС» — в среднем положении;

5. Множитель развертки — в положении «×1»;

6. Переключатель «ВОЛЬТ/ДЕЛ.» — в положении «0,02»;

7. Переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» — в положении «0,1 mS».

Сопротивления в приборе не должны отличаться от указанных значений больше, чем на ±20%.

КАРТА ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Позиционное обозначение	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Д21 (У4)	К	1,1V
Т15 (У4)	К	3V
Т17 (У4)	Б	2,5V
	Э	0,8V
	К	15V
Т18 (У4)	Б	0,2V

Позиционное обозначение	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Т18(У4)	К	10 V
Д35(У4)	К	12 V
	А	0,07 V
Л2(У4)	К	0,04 V
Т20(У4)	К	10 V
Т19(У4)	Э	10 V
Д31(У4)	А	10 V

Позиционное обозначение	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Т16(У4)	Б	+12,5 V
	К	1,6 V
	Э	0,5 V
Д24(У4)	А	4 V
Д23(У4)	К	4 V
	А	9 V
Т14(У4)	Б	4 V

Позиционное обозначение	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Т14 (У4)	К	2 v
	Э	1,5 v
Т13 (У4)	Б	0,07 v
	К	5,2 v
Д18, Д19 (У4)	К	2 v
Д18 (У4)	А	1 v
Т21 (У4)	Б	0,05 v

Позиционное обозначение	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
T21 (У4)	К	5 V
T23 (У4)	К	0,08 V
T24 (У4)	К	0,12 V
T25 (У4)	Б	0,24 V
	Э	0,08 V
T26 (У4)	Б	0,04 V
	Э	0,06 V

Позиционное обозначение	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Т3	К	27 V
Т6	К	24 V
Т4	Б	27 V
	К	52 V
Т5	Б	28 V
	К	52 V
Т1 (У4)	Б	2,6 V; 10 μs

Позиционное обозначение	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
Т1(У4)	Э	0,97 V
	К	2 V
Т3(У4)	Б	0,8 V
	К	1,3 V
Д20(У4)	К	1,3 V
Т4(У4)	К	2,2 V
Т5(У4)	Б	2,3 V

Позиционное обозначение	Электрод	Форма и амплитуда импульсных напряжений
T5(У4)	К	0,8 V
	Э	0,6 V
T7(У4)	Б	0,7 V
T6(У4)	К	0,4 V

ТАБЛИЦЫ ДАННЫХ НАМОТКИ

Индуктивность ЕЕ4.760.000

Обмотка индуктивности выполнена на резисторе ОМЛТ-0,25-100 кОм ± 10%

Индуктивность, мкГ		Провод	Количество витков	Тип намотки	Электрическая схема
ном.	доп.				
0,07		ПЭТВ 0,15 ОСТ16.505.001-70	6	Открытая однослойная виток к витку	1 — 2

Индуктивность ЕЕ4.760.000-03

Обмотка индуктивности выполнена на резисторе ОМЛТ-0,5-100 кОм ± 10%

Индуктивность, мкГ		Провод	Количество витков	Тип намотки	Электрическая схема
ном.	доп				
1,32	±5%	ПЭТВ 0,15 ОСТ16.505.001-70	33	Открытая однослойная виток к витку	1 — 2

Индуктивность ЕЕ4.760.000-02

Обмотка индуктивности выполнена на резисторе ОМЛТ-0,5-100 кОм ± 10%

Индуктивность, мкГ		Провод	Количество витков	Тип намотки	Электрическая схема
ном.	доп.				
0,7	±10%	ПЭТВ 0,15 ОСТ16.505.001-70	24	Открытая однослойная виток к витку	1 — 2

Система отклоняющая ЕЕ4.791.000

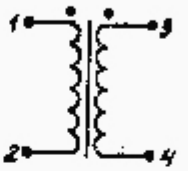
Номера выводов	Количество витков	Провод	Тип намотки	Выводы	R кОм	Электрическая схема
1—2	4600	ПЭТВ 0,12 ОСТ16.505.001-70	Рядовая виток к витку	МГТФ 0,07 мм² ТУ16-505.185-71	1,32±2%	1 — 2

Система отклоняющая ЕЕ4.791.001

Номера выводов	Количество витков	Провод	Тип намотки	Выводы	R кОм	Электрическая схема
1—2	4000	ПЭТВ 0,12 ОСТ16.505.001-70	Рядовая виток к витку	МГТФ 0,07 мм² ТУ16-505.185-71	1,45±2%	1 — 2

Трансформатор ЕЕ4.731.020

Сердечник М2000 НМ1-17 К7×4×2
ПЯ0.707.094 ТУ II кл

Номера выводов	Количество витков	L мкГ	Провод	Тип намотки	Выводы	Электрическая схема	Uраб. пост. В
1—2	10		ПЭТВ 0,23	Кольцевая в два провода	Собственным проводом l=80 мм		10
3—4	10						

Индуктивность ЕЕ4.777.144

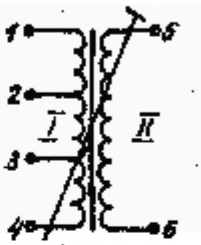
Сердечник М2000 НМ1-17 К7×4×2
ПЯ0.707.094 ТУ II кл

Номера выводов	Количество витков	Провод	Тип намотки	Выводы	Электрическая схема	L мкГ
1—2	14	ПЭТВ 0,31	Кольцевая виток к витку	Собственным проводом l=80 мм		93,4±15%

Индуктивность ЕЕ4.777.143

Номера выводов	Количество витков в секции		Общее количество витков	Провод	Тип намотки	Выводы	Индуктивность, мкГ	Электрическая схема
	I	II						
1—2	200	200	400	ПЭЛШО 0,09	Универсальная	Собственным проводом	600±2%	

Трансформатор ЕЕ4.770.004
Сердечник 1500 НМ3-2-Б22 ОЖ0.707.069 ТУ

Номера обмоток	Номера выводов	Lном мГ	Провод	Количество витков	fкГц	Q	Uраб. В	Электрическая схема
I	1—2	230	ПЭТВ 0,10	910	1	≥ 12	20	
	1—3	250		950				
	1—4	270		990				
II	5—6			190				

Индуктивность ЕЕ4.760.000-01

Индуктивность выполнена на резисторе ОМЛТ-0,25-200Ом ± 10%.

Электрическая схема	Индуктивность, мкГ		Провод	Количество витков	Тип намотки
	ном.	доп.			
	0,3	±5%	ПЭТВ 0,2 ОСТ16.505.001-70	17	Открытая однослойная виток к витку

Данные трансформатора И24.702.146 СБ

Магнитопровод ШЛ25×40 Э330-0,35 НП0.666.001

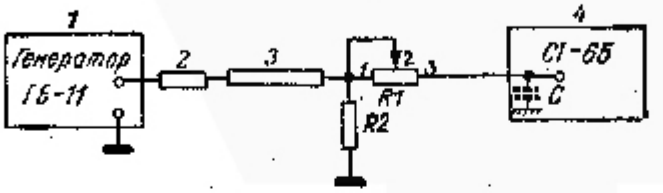
Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Марка и диаметр провода	Количество витков	Примечание
			Uх/х	Uнагр.	Iх/х	Iнагр.			
	I	1—2	115	115	0,1	1,22	ПЭТВ 0,74	372	fр=400Гц
		1—3	220	220	0,15	0,64	ПЭТВ 0,64	720	fр=50Гц
	II	4					ПЭТВ 0,35	120	Экран
	III	5—6	62	57		0,18		203	
	IV	7—8	86,5	81		0,5	ПЭТВ 0,55	285	
	V	9—10	15	14		0,6		49	
		10—11	15	14				49	
	VI	12—13	15	14		0,6		49	
		13—14	15	14				49	
	VII	15—16	9,7	9		0,2	ПЭТВ 0,31	32	
	VIII	17—18	24,5	22,5		0,55	ПЭТВ 0,55	79,5	
		18—19	24,5	22,5				79,5	
		17а—18	22	20				71,5	
		18—19а	22	20				71,5	
	IX	20—21	6,75	6,3		0,35	ПЭТВ 0,41	23	

Данные трансформатора ЕЕ4.731.021

Сердечник М1000НН-5/17-22 УВ0.707.050 ТУ

Схема обмотки	Номер обмотки	Номер вывода	Напряжение, В		Ток, А		Марка и диаметр провода	Количество витков	Примечание
			Uх/х	Uнагр.	Iх/х	Iнагр.			
	I	1—2	9,6	9,6	0,35	0,6	ПЭТВ 0,41	4	fраб = 28±5кГц
	II	3—4	2,4	2,4		—		1	
	III	0	—	—				1	Экран
	IV	5—6	1320	1300		⩽0,002	ПЭТВ 0,1	550	
		5—7	1440	1420				600	
	V	8—9	1130	1110				470	
		8—10	1320	1300				550	

ПЕРЕХОДНАЯ ЦЕПОЧКА НА 15 НС



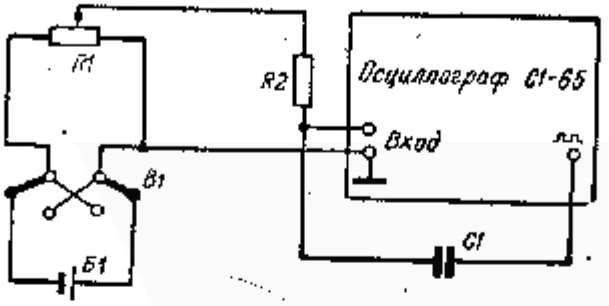
1. Генератор Г5-11
2. Трансформатор согласующий 75-50Ом ЕЭ4.735.505 Сп
3. Кабель № 1 ЕЕ4.850.377

   R1 — резистор типа СПО-0,5-1кОм±20%-ОС-3-20

   R2 — резистор типа УНУ-Ш-0,1-50 Ом

   C — входная емкость прибора С1-65
4. Испытываемый осциллограф С1-65

СХЕМА ПРОВЕРКИ НЕЛИНЕЙНОСТИ АМПЛИТУДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЦИЛЛОГРАФА



R1 — резистор СПО-0,5-10 кОм ±20% -ОС-3-20

R2 — резистор ОМЛТ-0,5-1 МОм ±5%

С1 — конденсатор К42У-2-160-0,1 ±10%

В1 — микротумблер МТЗ

Б1 — источник питания U=9В.

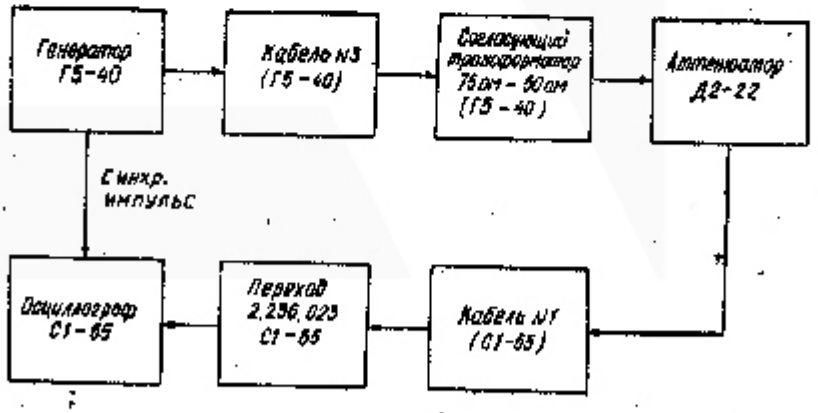


Схема соединения.

Расположение элементов в приборе

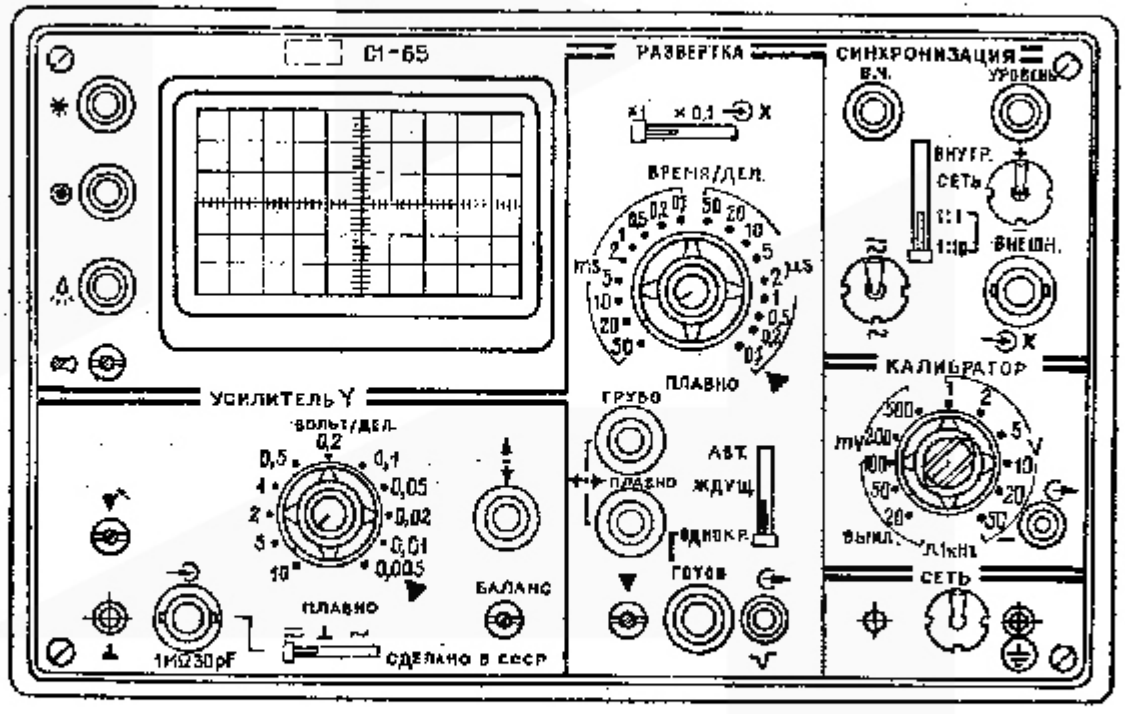


Рис. 1. Передняя панель прибора

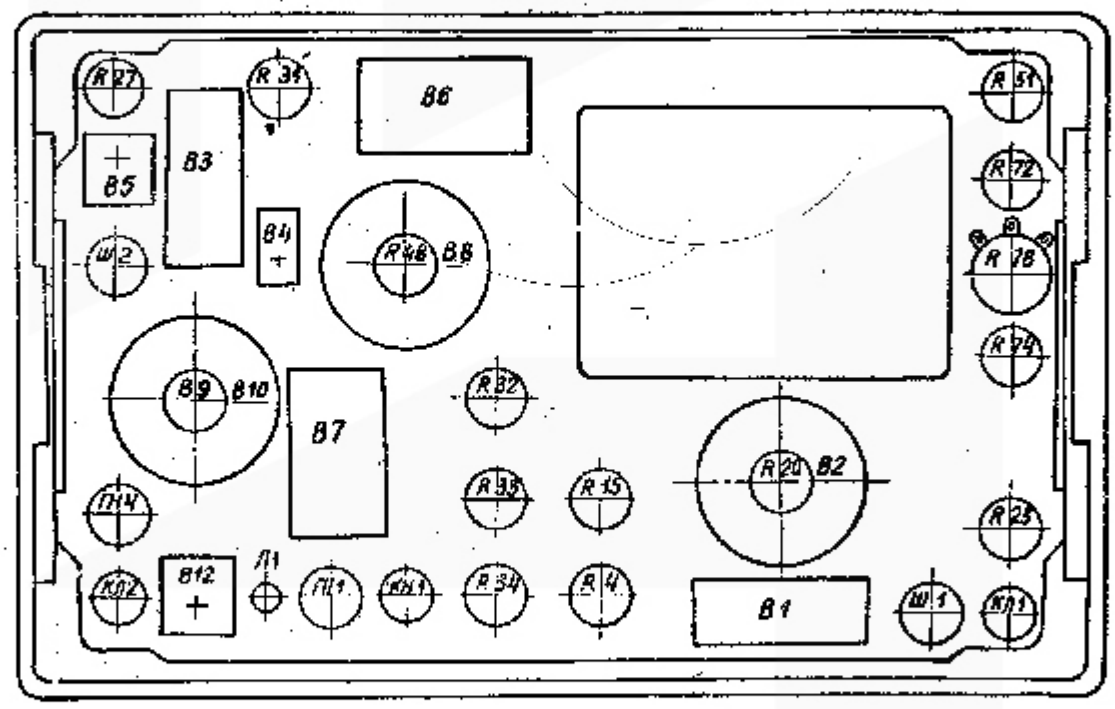


Рис. 2. Передняя панель прибора (вид сзади). Расположение установочных элементов.

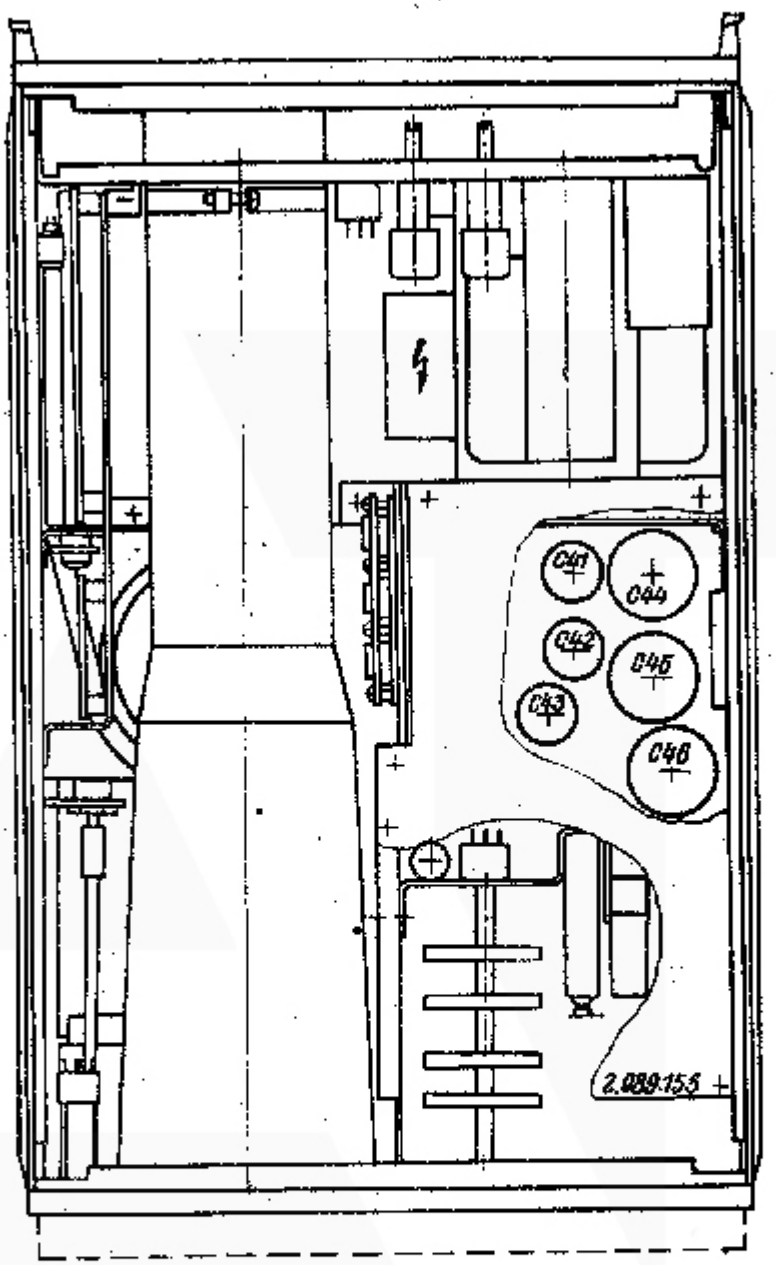


Рис. 3 Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид сверху).

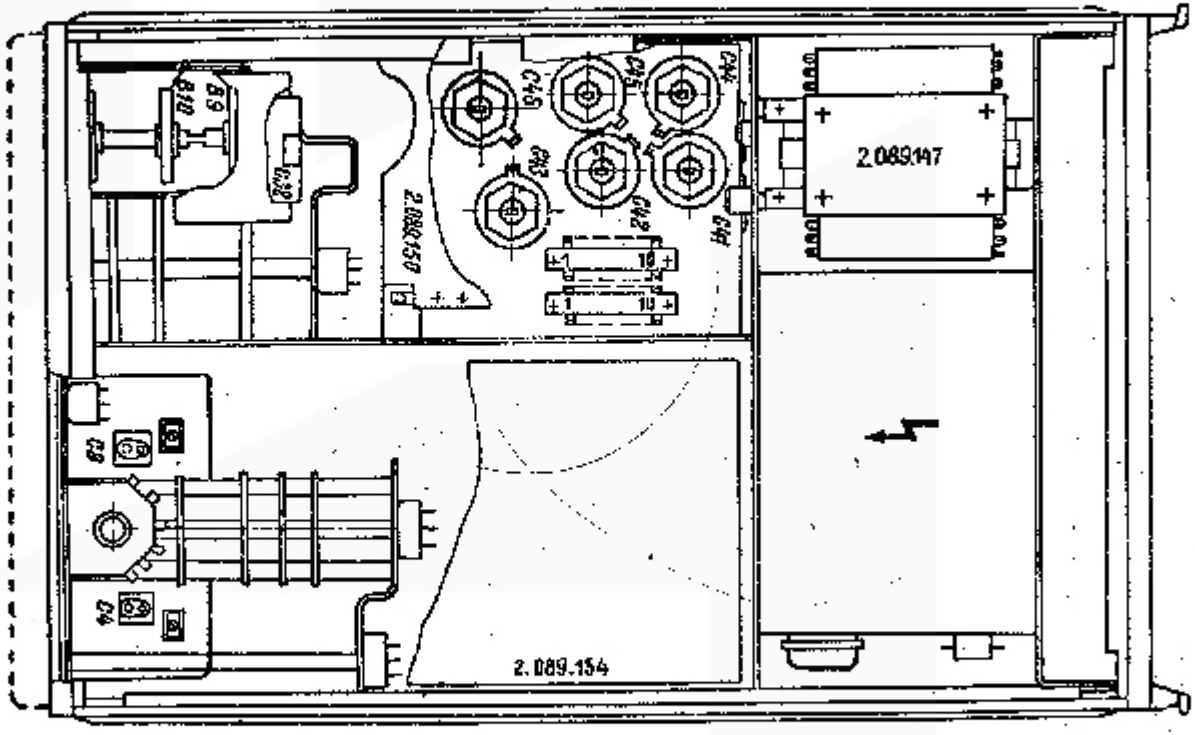


Рис. 4. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид снизу).

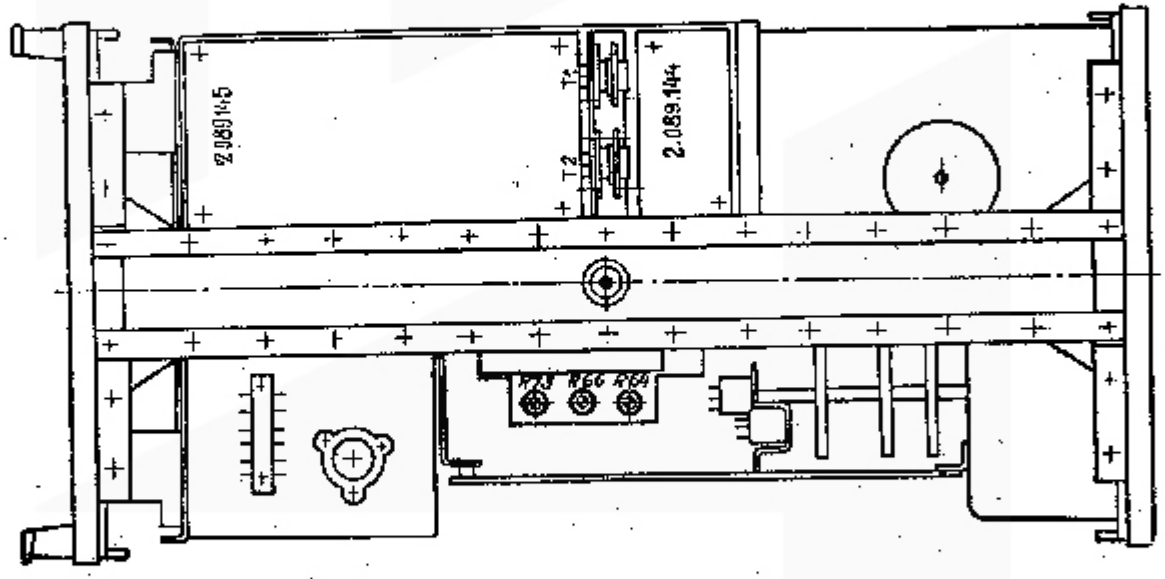


Рис. 5. Схема расположения установочных элементов (вид сбоку).

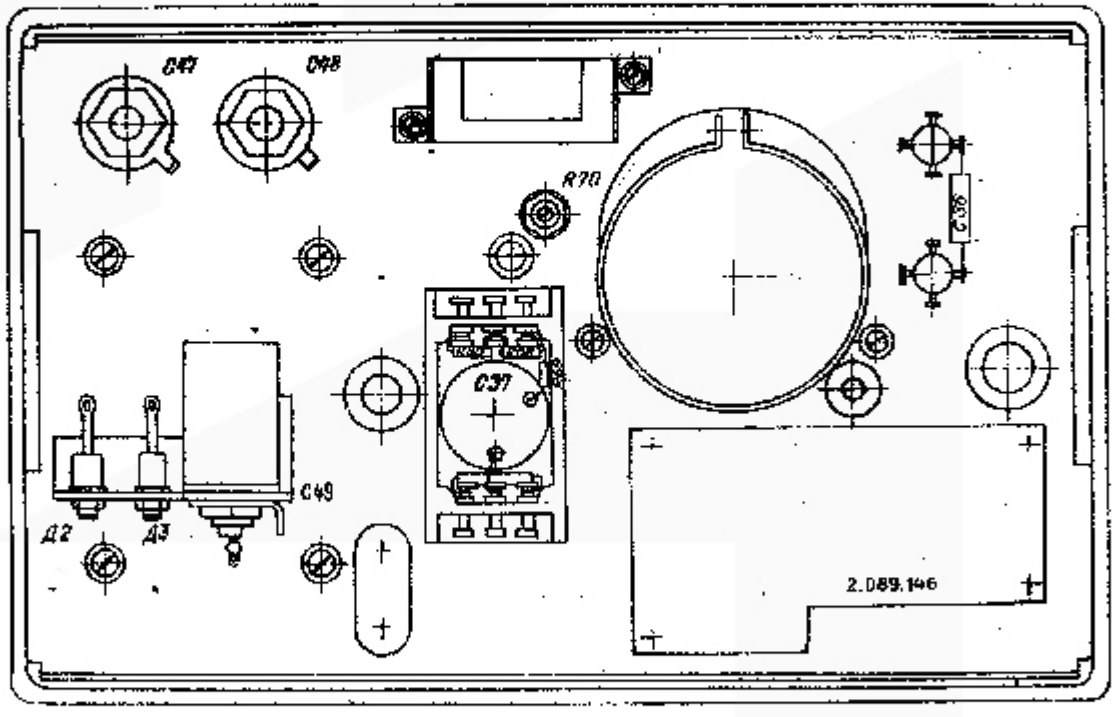


Рис. 6. Задняя стенка прибора. Расположение установочных элементов и печатных плат.

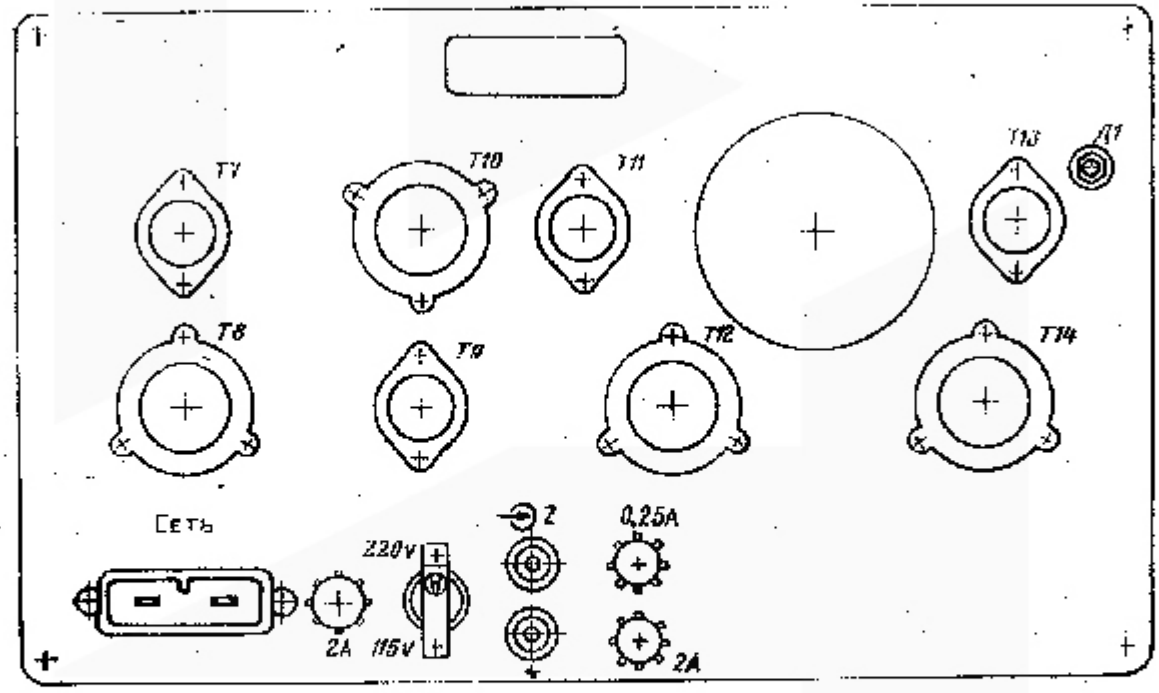


Рис. 7. Задняя панель. Расположение установочных элементов.

(ЛИНИЯ ОТРЕЗА)

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив «Карточку» в адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия _____
2. Заводской номер изделия _____
3. Дата выпуска _____
4. Получатель и дата получения изделия _____
5. В каком состоянии изделие поступило к Вам: были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления _____
6. Когда и какой ремонт или регулировку потребовалось производить за время работы изделия _____
7. Какие элементы приходилось заменять _____
8. Результаты проверки технических характеристик изделия и соответствие их паспортным данным _____
9. Предъявлялись ли рекламации поставщику _____

(указать номер и дату предъявления)

10. Сколько времени изделие работало до первого отказа (в часах) _____
11. Насколько удобно работать с изделием в условиях Вашего предприятия _____
12. Ваши пожелания о направлениях дальнейшего совершенствования (модернизации) изделия _____
13. Сколько времени изделие наработало (суммарное время в часах) с момента его получения до заполнения карточки отзыва.

Подпись _____ * ____ * _____ 197 г.

Адрес НИИРИТ, г. Каунас,

служба отраслевого отдела качества.

(ЛИНИЯ ОТРЕЗА)

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив «Карточку» в адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия _____
2. Заводской номер изделия _____
3. Дата выпуска _____
4. Получатель и дата получения изделия _____
5. В каком состоянии изделие поступило к Вам: были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления _____
6. Когда и какой ремонт или регулировку потребовалось производить за время работы изделия _____
7. Какие элементы приходилось заменять _____
8. Результаты проверки технических характеристик изделия и соответствие их паспортным данным _____
9. Предъявлялись ли рекламации поставщику _____

(указать номер и дату предъявления)

10. Сколько времени изделие работало до первого отказа (в часах) _____
11. Насколько удобно работать с изделием в условиях Вашего предприятия _____
12. Ваши пожелания о направлениях дальнейшего совершенствования (модернизации) изделия _____
13. Сколько времени изделие наработало (суммарное время в часах) с момента его получения до заполнения карточки отзыва.

Подпись _____ "____" _____ 197 г.

Адрес предприятия-изготовителя:

220600, г. Минск, ГСП,

МПО им. В. И. Ленина