



УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СЕРВИСНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ С1-94

Н. БУЛЬЧЕВА, Ю. КОНДРАТЬЕВ

Часть первая

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Если Вы еще не видели 4-й страницы обложки этого номера, взгляните... А теперь признайтесь: кто из Вас не хотел бы «найти» такой замечательный подарок под своей новогодней елкой! Уверены: среди наших читателей такого не отыщется!

Вряд ли кто станет отрицать, что осциллограф — самый универсальный радиоизмерительный прибор, но, несомненно, и один из наиболее сложных. Даже опытному радиолюбителю не всегда удается создать удачную конструкцию, а многим это вообще не под силу. Вы спросите: где же тогда выход!

Выход есть. Осциллограф, описание которого предлагается вниманию читателей, уже в начале этого года можно будет купить в магазинах Москульта. Его стоимость — 230 рублей. На наш взгляд, он этих денег стоит. Ну а как быть тем, кто не сможет его приобрести! В этом случае попытайтесь сделать его своими руками.

Снова предвидим вопрос: а как же с утверждением о том, что даже опытному радиолюбителю изготовить такой прибор не просто! Верно. Редакция учла и это. Во-первых, рекомендуемый нами для повторения осциллограф С1-94 сравнительно несложен и в то же время обладает неплохими характеристиками, во-вторых, он уже несколько лет выпускается серийно, а это значит, что и схемотехника и конструкция прибора хорошо отработаны и, следовательно, от экземпляра к экземпляру гарантирована отличная повторяемость его характеристик.

При описании осциллографа мы решили больше внимания уделить принципиальной схеме и налаживанию осциллографа, дать чертежи печатных плат, а о конструкции рассказать лишь вскользь, предоставляя полную свободу действий радиолюбителям.

Мы надеемся, что многие из наших читателей, по достоинству оценив возможности этого осциллографа, возьмутся за его постройку. Некоторым при этом удастся усовершенствовать, упростить некоторые узлы осциллографа, применить более доступные детали. Напишите нам об этом.

И вот еще что. Редакция предлагает всем желающим принять участие в разработке приставок к осциллографу С1-94, расширяющих его возможности. Это может быть и генератор качающейся частоты (низкочастотный или высокочастотный), и устройство формирования цифр на экране осциллографа, и характериограф, и коммутатор, — словом, все, чем Вы сочтете необходимым дополнить осциллограф. Пришлите нам свои предложения. Лучшие из них будут опубликованы.

На конверте обязательно сделайте пометку «С1-94».

Конструкции, выбранные для публикации, пройдут испытания в редакционной лаборатории.

Универсальный сервисный осциллограф С1-94 предназначен для исследования импульсных сигналов в амплитудном диапазоне от 10 мВ до 300 В, временном — от 0,1 мкс до 0,5 с, а также синусоидальных сигналов амплитудой от 5 мВ до 150 В частотой до 10 МГц при проверке, налаживании и ремонте заводской и бытовой радиоаппаратуры. Он может найти применение в ремонтных мастерских, на предприятиях, в быту, в различных учебных заведениях и у радиолюбителей.

Технические характеристики осциллографа

Рабочая часть экрана 40×60 мм (8×10 делений).

Толщина линии луча в центре экрана — не более 0,8 мм.

Параметры канала вертикального отклонения (КВ О) луча:

— коэффициент отклонения — калиброванный, от 10 мВ на деление до 5 В на деление;

— погрешность калиброванных значений коэффициента отклонения — не более $\pm 5\%$, с делителем 1:10 — не более $\pm 10\%$;

— время нарастания переходной характеристики (ПХ) не превышает 35 нс (полоса пропускания 0...10 МГц);

— выброс на вершине ПХ — не более 10%;

— время установления ПХ — не более 120 нс;

— неравномерность и перекося вершины ПХ из-за раскомпенсации входных делителей — не более 3%;

— спад вершины ПХ при закрытом входе усилителя на длительности 4 мс — не более 10%;

— смещение луча из-за дрейфа усилителя в течение 1 ч после пятиминутного прогрева не превышает 0,5 деления;

— кратковременное смещение луча за 1 мин не превышает 0,2 деления;

— смещение луча в различных положениях переключателя «V/Дел.» не превышает 0,5 деления.

Вход прибора может быть открытым и закрытым:

— входное сопротивление открытого входа — 1 МОм, входная емкость — 40 пФ (с делителем 1:1 соответственно 1 МОм, 150 пФ; с делителем 1:10 — 10 МОм, 25 пФ);

— максимальная амплитуда входного сигнала при минимальном коэффициенте отклонения на открытом входе — не более 30 В (с делителем 1:10 — не более 300 В);

— допустимое суммарное значение входного постоянного и переменного напряжений при закрытом входе не должно превышать 250 В;

— задержка сигнала при внутренней синхронизации относительно начала развертки — не менее 20 нс.

Блок развертки осциллографа может работать как в ждущем, так и в автоколебательном режиме, диапазон калиброванных значений коэффициента развертки от 0,1 мкс на деление до 50 мс на деление и разбит на 18 фик-

сированных поддиапазонов, кратных числам ряда 1, 2, 5.

Погрешность коэффициента развертки не превышает $\pm 5\%$ на всех диапазонах, кроме 0,1 мкс на деление, для которого она не превышает $\pm 8\%$.

Перемещение луча по горизонтали обеспечивает установку начала и конца развертки в центре экрана.

Параметры канала горизонтального отклонения (КГО) луча:

— коэффициент отклонения на частоте 1 кГц не превышает 0,5 В на деление;

— неравномерность амплитудно-частотной характеристики усилителя горизонтального отклонения в диапазоне

Внешняя синхронизация развертки может быть реализована:

— синусоидальным сигналом амплитудой 0,5 В в диапазоне частот от 20 Гц до 10 МГц;

— синусоидальным сигналом амплитудой от 0,25 до 1,5 В в диапазоне частот от 50 Гц до 2 МГц;

— импульсными сигналами любой полярности длительностью от 0,3 мкс с амплитудой от 0,5 до 3 В.

Нестабильность синхронизации — не более 20 нс.

Амплитуда выходного отрицательного пилообразного напряжения развертки для синхронизации внешних устройств (контакт 1, разъем Ш3) — не менее 4 В.

в частотном диапазоне 0...10 МГц до уровня, необходимого для получения заданного коэффициента отклонения. КВО состоит из аттенюатора, предварительного усилителя, линии задержки и оконечного усилителя.

КГО состоит из усилителя синхронизации, триггера синхронизации, устройства запуска, генератора, устройства блокировки и усилителя развертки.

Калибратор, предназначен для формирования сигнала калиброванного по амплитуде и длительности.

Исследуемый электрический сигнал подает на вход канала вертикального отклонения прибора. Через аттенюатор сигнал проходит на вход предварительного усилителя, который совместно с оконечным усилителем усиливает

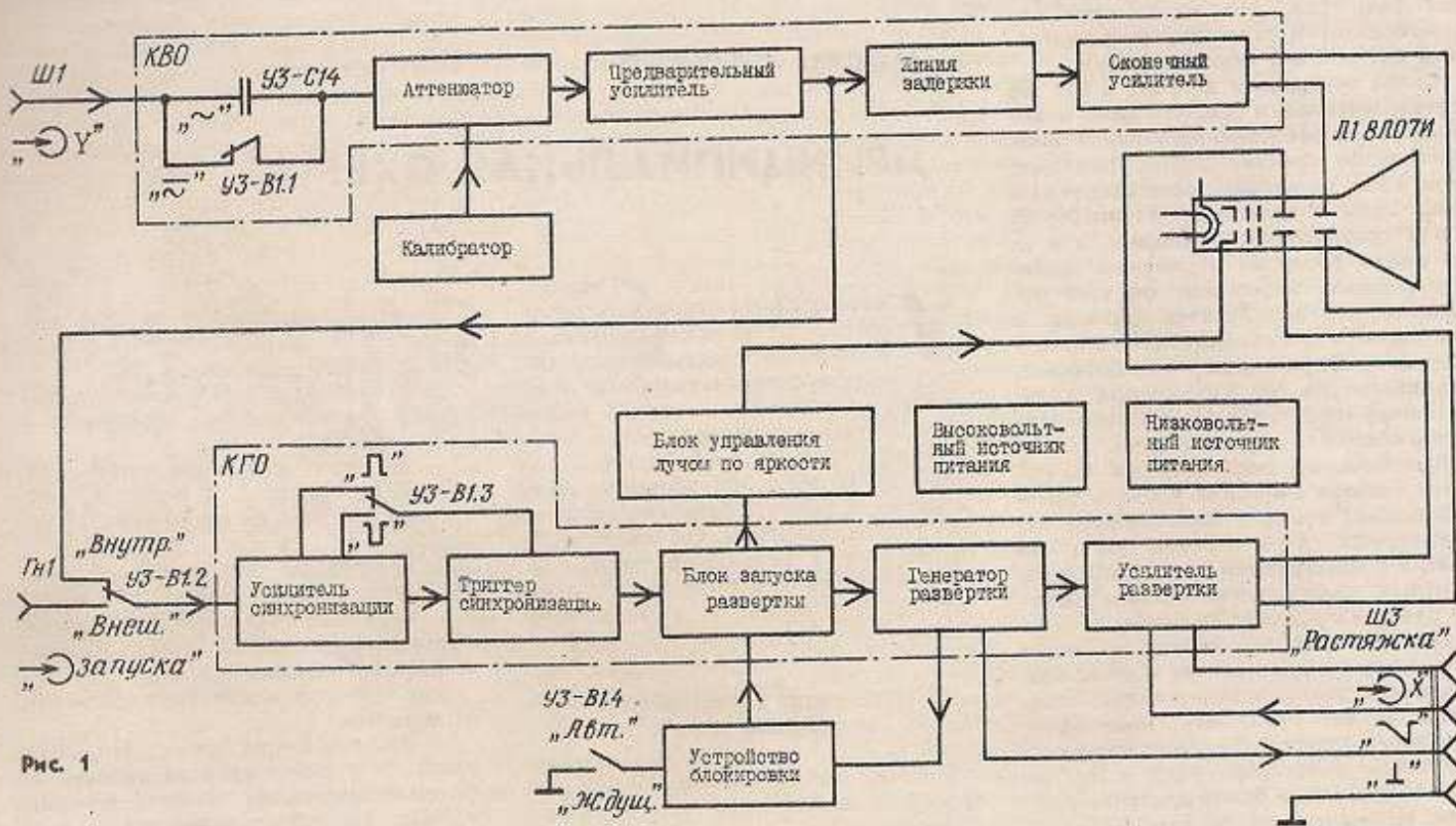


Рис. 1

частот от 20 Гц до 2 МГц — не более 3 дБ.

Осциллограф имеет внутреннюю и внешнюю синхронизацию развертки.

Внутренняя синхронизация развертки возможна:

— синусоидальным напряжением размахом от 2 до 8 делений в диапазоне частот от 20 Гц до 10 МГц;

— синусоидальным напряжением размахом от 0,8 до 8 делений в диапазоне частот от 50 Гц до 2 МГц;

— импульсными сигналами любой полярности длительностью от 0,3 мкс при высоте изображения от 0,8 до 8 делений.

Осциллограф питается от сети переменного тока напряжением 220 В и обеспечивает указанные значения технических характеристик после пятиминутного прогрева. Мощность, потребляемая от сети при номинальном напряжении, не превышает 35 Вт. Прибор способен работать непрерывно в течение 8 ч при сохранении своих технических характеристик.

Габариты осциллографа — 300 × 190 × 100 мм. Масса — не более 3,5 кг.

Структурная схема осциллографа приведена на рис. 1. КВО служит для усиления сигнала с минимальными амплитудными и частотными искажениями

исследуемый сигнал до уровня, достаточного для наблюдения сигнала на экране электроннолучевой трубки (ЭЛТ).

Вид входа (открытый или закрытый) выбирают переключателем УЗ-В1.1.

С выхода предварительного усилителя КВО исследуемый сигнал поступает на вход усилителя синхронизации КГО (переключатель УЗ-В1.2 в положении «Внутр.»). Усилитель синхронизации совместно с триггером синхронизации формирует сигнал, поступающий на блок запуска генератора развертки. Генератор развертки формирует линейно падающее пилообраз-

ное напряжение, которое усиливается усилителем развертки и поступает на горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ.

Блок запуска совместно с генератором развертки формируют пилообразное напряжение развертки, обеспечивая автоколебательный или ждущий режим развертки («Авт./Ждуц.») и переключение диапазонов коэффициента развертки.

Блок управления лучом по яркости, входящий в электроннолучевой индикатор, формирует положительные импульсы, поступающие на модулятор ЭЛТ во время рабочего хода развертки. Высоковольтный источник обеспечивает ЭЛТ всеми необходимыми напряжениями.

Принципиальная схема осциллографа приведена на рис. 2. Исследуемый сигнал через входной разъем Ш1 поступает на переключатель УЗ-В1.1 и далее через конденсатор УЗ-С14 (если выбран закрытый вход) или, минуя его, на входной частотно-компенсированный аттенюатор, конструктивно выполненный в виде отдельного устройства на платах В1.4 и В1.3 переключателя В1 «У/Дел.». Он обеспечивает три коэффициента деления — 1:1, 1:10, 1:100. Элементы аттенюатора выбраны так, что при любом положении переключателя В1 входное сопротивление осциллографа остается постоянным. При использовании внешнего делителя 1:10 суммарный коэффициент деления увеличивается в 10 раз.

С выхода аттенюатора исследуемый сигнал поступает на входной каскад КВО. Для обеспечения большого входного сопротивления и малой входной емкости он выполнен на полевом транзисторе У1-Т1 по схеме истокового повторителя. Диоды У1-Д1, У1-Д2, резистор У1-Р4 и конденсатор У1-С1 защищают повторитель от перегрузок входным сигналом.

Двухкаскадный предварительный усилитель выполнен на транзисторах У1-Т2 — У1-Т5. Глубокая отрицательная обратная связь, охватывающая предварительный усилитель, гарантирует широкую полосу пропускания и её постоянство при изменении коэффициента передачи каскада на транзисторах У1-Т2, У1-Т3. Изменение коэффициента усиления в два или пять раз происходит при изменении глубины обратной связи включением между эмиттерами этих транзисторов резисторов У1-Р3, У1-Р16 и Р1.

Балансируют усилитель резистором У1-Р9 («Баланс.»), изменяя напряжение на базе транзистора У1-Т3.

Смещение луча по вертикали (резистор Р2) происходит изменением напряжения на коллекторах транзисторов У1-Т2, У1-Т3.

Для исключения паразитных связей по цепям питания предварительный усилитель питается через фильтры

У1-Р25, У1-С3, У1-С10 и У1-Р27, У1-С4, У1-С7.

Для удобства наблюдения фронта исследуемого сигнала в КВО включена линия задержки ЛЗ1. Она является нагрузкой усилительного каскада на транзисторах У1-Т7, У1-Т8. Выход линии задержки подключен к базовым цепям транзисторов оконечного каскада КВО, собранного на транзисторах У1-Т9, У1-Т10, У2-Т1, У2-Т2 по каскадной схеме.

Коррекция коэффициента усиления КВО по высокой частоте поделена между каскадами усилителя. Так, корректирующие цепи У1-Р2, У1-С2, С1 обеспечивают коррекцию коэффициента усиления в зависимости от положения переключателя «У/Дел.», в каскаде с линией задержки амплитудно-частотная характеристика корректируется элементами У1-Р35, У1-С9, а в каскаде оконечного усилителя — У1-С11, У1-Р46, У1-С12.

Для коррекции калиброванных значений коэффициента отклонения в процессе эксплуатации и при замене ЭЛТ в каскад с линией задержки введен резистор У1-Р39 («Коррект. Усил.»), ось которого выведена под шлиц на боковую стенку прибора.

С коллекторных нагрузок (резисторов У2-Р11—У2-Р14) оконечного усилителя сигнал поступает на вертикально отклоняющие пластины ЭЛТ.

С выхода предварительного усилителя КВО исследуемый сигнал поступает на вход усилителя синхронизации КГО.

Канал синхронизации состоит из входного эмиттерного повторителя (транзистор У3-Т8), дифференциального каскада усиления (транзисторы У3-Т9, У3-Т12) и триггера синхронизации (транзисторы У3-Т15, У3-Т18). Синхронизирующий сигнал с эмиттера транзистора У1-Т6 через переключатель У3-В1.2 (в положении «Внутр.») или с внешнего синхронизирующего устройства через гнездо Гн1 (в положении «Внешн.») поступает на вход канала синхронизации.

В базовую цепь транзистора У3-Т8 включен диод УЗ-Д6, предохраняющий вход усилителя синхронизации от перегрузок. С эмиттера транзистора У3-Т8 синхронизирующий сигнал поступает на дифференциальный каскад (транзисторы У3-Т9, У3-Т12), усиливающий его до уровня, достаточного для срабатывания триггера синхронизации. Переключателем У3-В1.3 выбирают требуемую полярность синхронизирующего сигнала. С коллектора транзистора У3-Т9 или У3-Т12 через переключатель У3-В1.3 и эмиттерный повторитель на транзисторе У3-Т13 синхронизирующий сигнал поступает на триггер синхронизации, выполненный на транзисторах У3-Т15, У3-Т18.

На коллекторе транзистора У3-Т18 формируется сигнал, постоянный по амплитуде и форме, который через

развязывающий эмиттерный повторитель на транзисторе У3-Т20 и дифференцирующую цепочку У3-С28, У3-Р56 управляет работой блока запуска развертки.

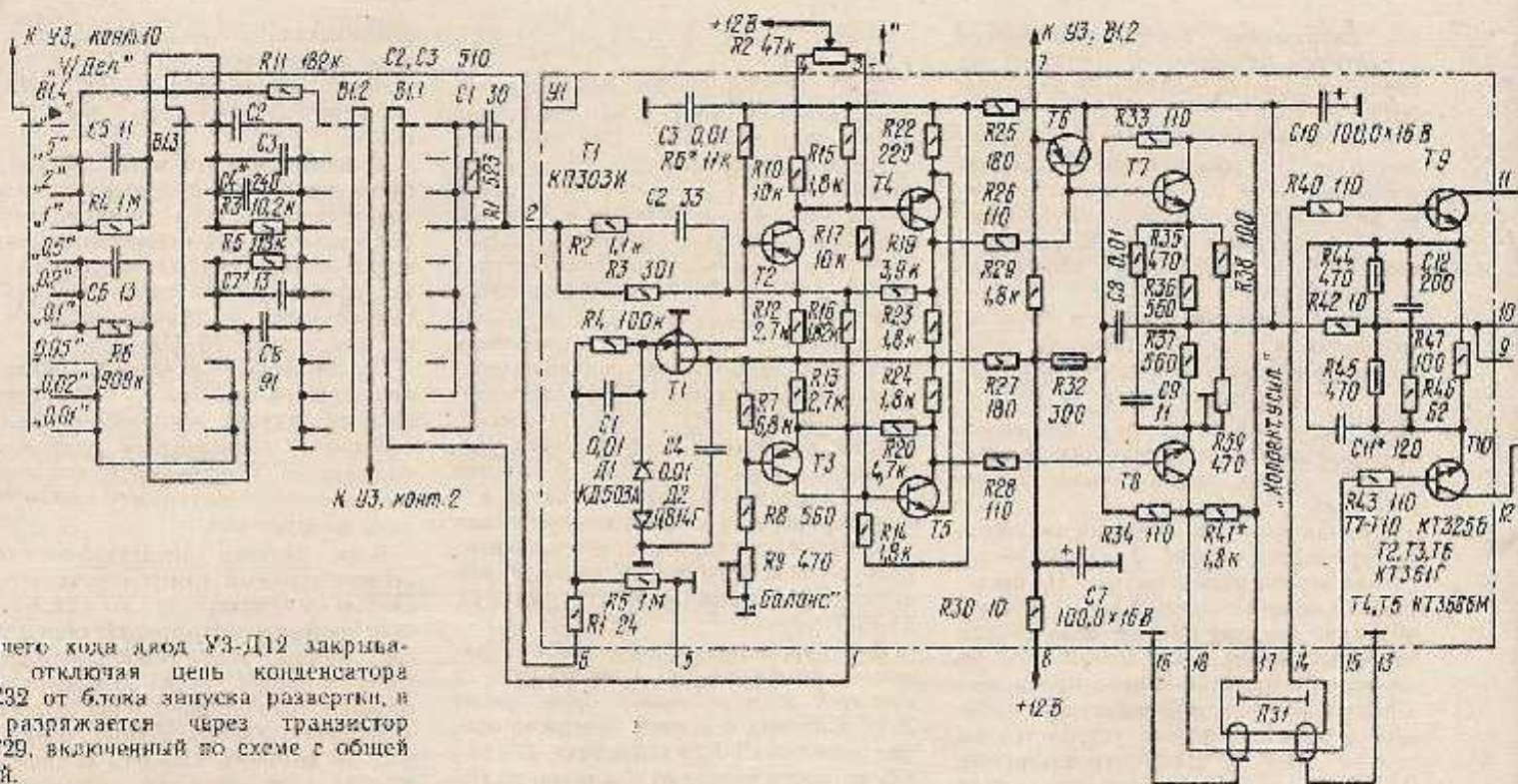
Уровень синхронизации регулируют путем изменения напряжения на базе транзистора У3-Т8 резистором Р8 («Уровень»). Для повышения устойчивости синхронизации усилитель совместно с триггером синхронизации питаются через развязывающий фильтр на транзисторе У3-Т19.

Продифференцированный сигнал с эмиттера транзистора У3-Т20 поступает на блок запуска, который вместе с генератором развертки и устройством блокировки обеспечивает формирование линейно падающего пилообразного напряжения.

Блок запуска представляет собой несимметричный триггер с эмиттерной связью на транзисторах У3-Т22, У3-Т25. Для повышения быстродействия в триггер введен эмиттерный повторитель на транзисторе У3-Т23. В исходном состоянии транзистор У3-Т22 открыт, а транзистор У3-Т25 закрыт. Напряжение, до которого заряжен конденсатор У3-С32, определяется напряжением на коллекторе транзистора У3-Т25 и равно примерно 8 В. Диод У3-Д12 при этом открыт. С появлением на базе транзистора У3-Т22 отрицательного импульса триггер изменяет свое состояние, и отрицательный перепад напряжения на коллекторе У3-Т25 закрывает диод У3-Д12. Блок запуска при этом отключается от генератора развертки и начинается формирование прямого хода развертки. Как только напряжение развертки станет равным 7 В, блок запуска через устройство блокировки (транзисторы У3-Т26 и У3-Т27) возвращается в исходное состояние (транзистор У3-Т22 открыт, У3-Т25 закрыт), и начинается процесс восстановления, в течение которого времязадающий конденсатор У3-С32 заряжается до исходного напряжения. Во время восстановления устройство блокировки поддерживает блок запуска в исходном состоянии. Переключатель У3-В1.4 находится при этом в положении «Ждуц.».

Автоколебательный режим развертки устанавливают переключателем У3-В1.4 (положение «Авт.»). При этом изменяется режим работы транзисторов устройства блокировки и блок запуска переходит в автоматический режим.

Генератор развертки (транзисторы У3-Т28, У3-Т29) работает по принципу разрядки времязадающего конденсатора У3-С32 через токостабилизирующий транзистор У3-Т29. Амплитуда линейно падающего пилообразного напряжения, формируемого генератором развертки, около 7 В. Во время восстановления блока запуска конденсатор У3-С32 заряжается через транзистор У3-Т28 и диод У3-Д12. Во время



рабочего хода диод УЗ-Д12 закрывается, отключая цепь конденсатора УЗ-С32 от блока запуска развертки, и он разряжается через транзистор УЗ-Т29, включенный по схеме с общей базой.

Скорость разрядки времязадающего конденсатора определяется током коллектора транзистора УЗ-Т29 и изменяется при изменении сопротивления времязадающих резисторов R14—R19, R22—R24) в цепи его эмиттера. Коэффициент развертки в пределах одного поддиапазона изменяют ступенчато коммутацией точных резисторов R14—R19, R22—R24 (переключателем В2.2 «Время/Дал.») и в 1000 раз — коммутацией времязадающих конденсаторов УЗ-С32, УЗ-С35 переключателем УЗ-В1.5 (« $\mu S/mS$ »). Коэффициенты развертки с заданной точностью устанавливают подбором конденсатора УЗ-С33 в диапазоне « μS », а в диапазоне « mS » — подстроечным резистором УЗ-В58, изменяя режим работы эмиттерного повторителя (транзистор УЗ-Т24), определяющего ток через времязадающие резисторы.

Устройство блокировки (транзисторы УЗ-Т26, УЗ-Т27) обеспечивает задержку запуска развертки на время, необходимое для восстановления генератора развертки в ждущем режиме, и автоматический запуск развертки в автоколебательном режиме. Оно представляет собой эмиттерный детектор на транзисторе УЗ-Т27, резисторе УЗ-В58 и конденсаторе УЗ-С34 и эмиттерный повторитель на транзисторе УЗ-Т26. На вход устройства блокировки поступает часть пилообразного напряжения с усилителя развертки (с делителя в цепи истока транзистора УЗ-Т30).

Во время рабочего хода развертки конденсатор УЗ-С34 заряжается синхронно с напряжением развертки. Во время восстановления генератора развертки транзистор УЗ-Т27 закрывается,

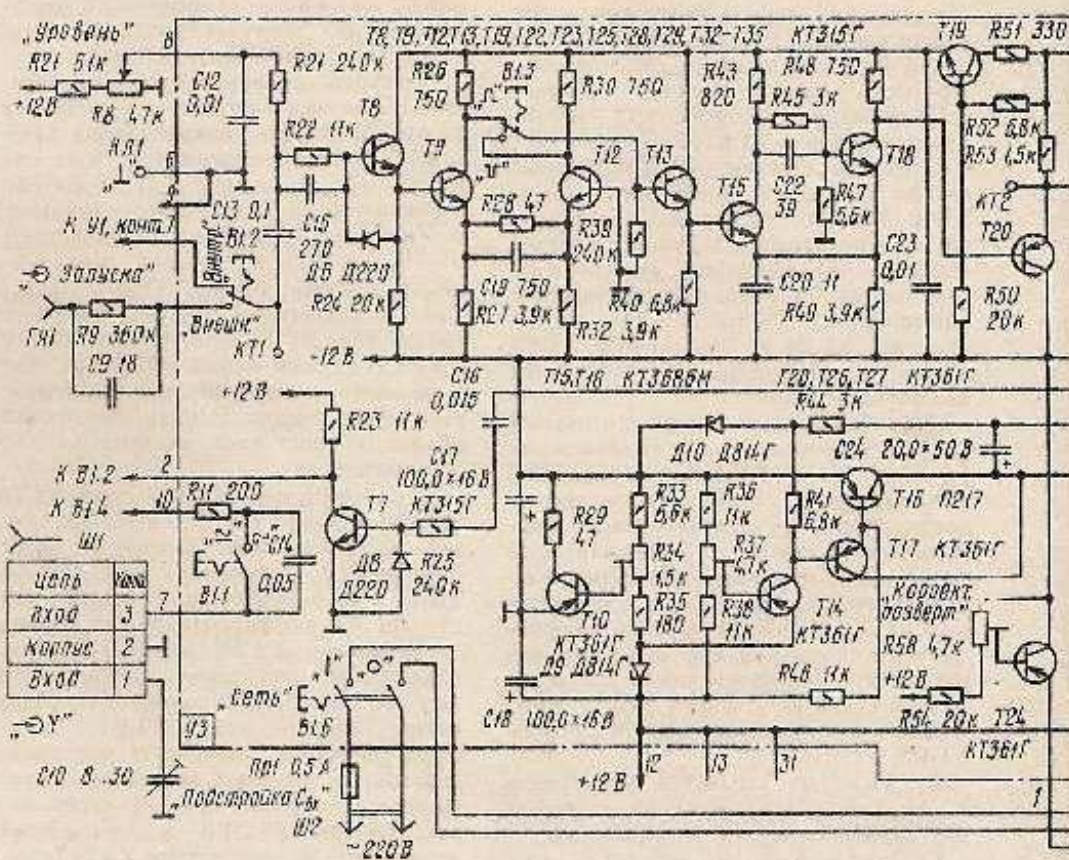
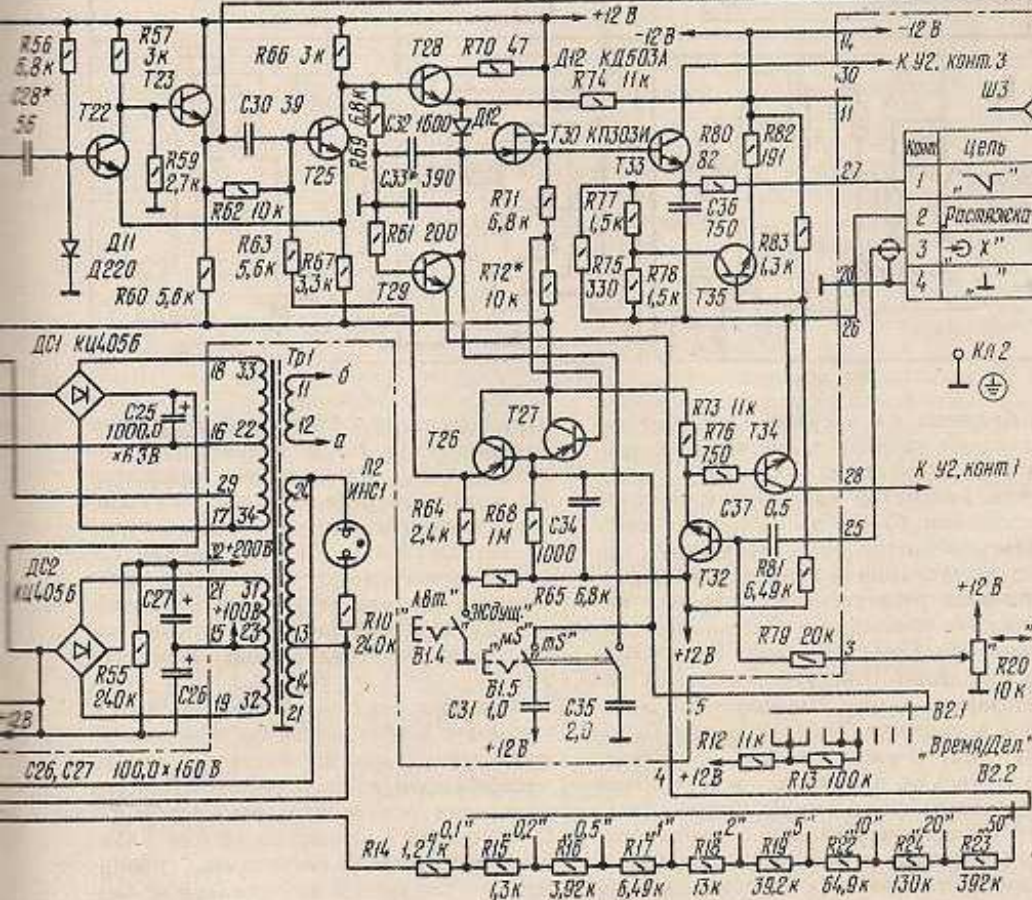
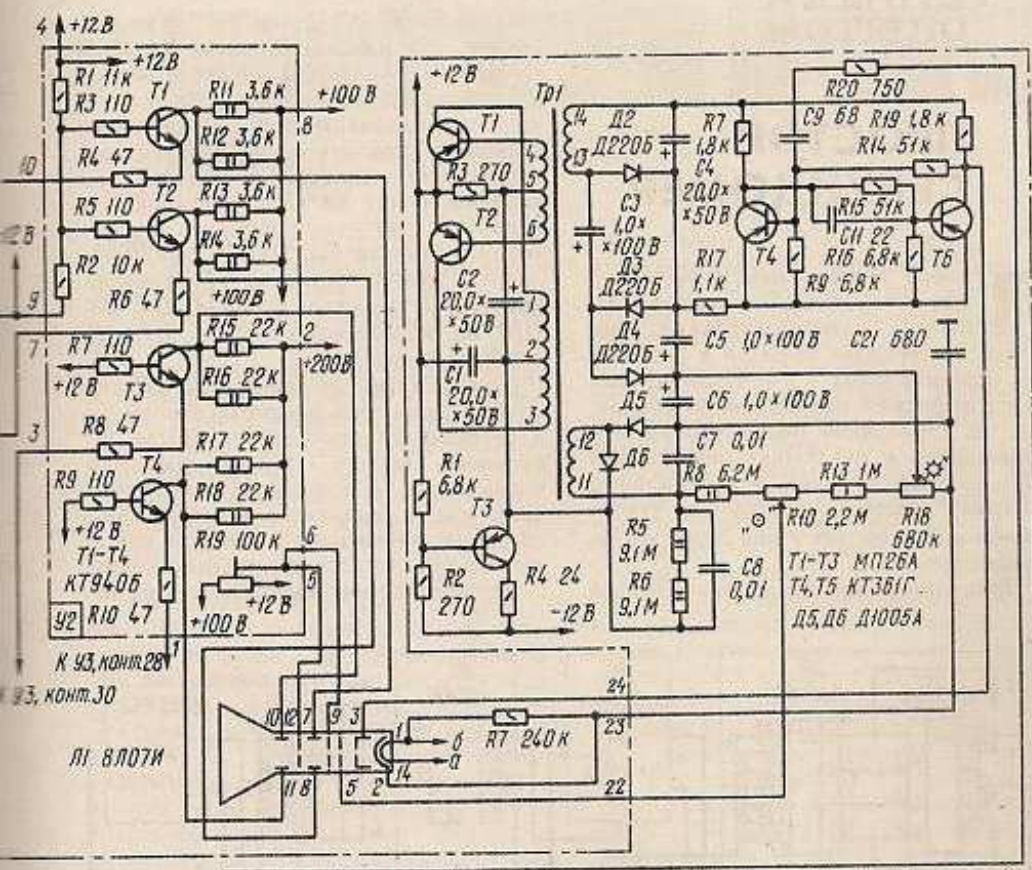


Рис. 2



но устройство блокировки остается в исходном состоянии благодаря большой постоянной времени цепи УЗ-R68, УЗ-C34. В ждущем режиме развертки эмиттерный повторитель на транзисторе УЗ-T26 закрывается (переключатель УЗ-B1.4 в положении «Ждуц.»). В положении «Авт.» эмиттерный повторитель переходит в линейный режим работы, а генератор развертки — в автоколебательный. В пределах поддиапазона постоянная времени устройства блокировки изменяется ступенчато переключателем В2.1 и в 1000 раз переключателем УЗ-B1.5 («μS/mS»).

Усилитель развертки двухкаскадный, дифференциальный, выполнен по каскадной схеме на транзисторах УЗ-T33, УЗ-T34, У2-T3, У2-T4. Для повышения симметричности выходного напряжения в эмиттерные цепи транзисторов УЗ-T33, УЗ-T34 включен генератор тока на транзисторе УЗ-T35. Для коррекции коэффициента передачи усилителя по высокой частоте включен конденсатор УЗ-C36.

Для повышения точности измерения времени нарастания переходной характеристики КВО в осциллографе предусмотрена растяжка развертки. Это достигнуто увеличением коэффициента передачи усилителя развертки, для чего достаточно соединить контакты 1 и 2 разъема ШЗ.

Для повышения линейности пилообразного напряжения и исключения влияния входного тока усилителя на времязадающие цепи применен полевой транзистор УЗ-T30. Смещение луча по горизонтали происходит изменением напряжения на базе транзистора УЗ-T32 резистором R20.

В осциллографе предусмотрена возможность подачи внешнего сигнала на усилитель развертки и снятия пилообразного напряжения для синхронизации с осциллографом внешних устройств (разъем ШЗ контакты 3 и 1).

Напряжение развертки или усиленное напряжение внешнего сигнала развертки с коллектора транзисторов У2-T3, У2-T4 поступает на горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ.

Высоковольтный источник для питания цепей ЭЛТ выполнен по схеме двухтактного преобразователя на транзисторах УЗ-T1, УЗ-T2 и трансформаторе УЗ-Tr1. Для уменьшения влияния преобразователя на источник питания предусмотрен эмиттерный повторитель на транзисторе УЗ-T3. Преобразователь питается от стабилизированных источников +12 В и -12 В, что позволяет стабилизировать режим ЭЛТ при изменении напряжения в сети.

Цепи накала ЭЛТ питаются от отдельной обмотки трансформатора Tr1. Напряжение питания первого анода ЭЛТ (фокусировка) снимается с резистора УЗ-R10, а второго — с УЗ-R18. Регулирование яркости луча ЭЛТ производится резистором УЗ-R18. Рези-

сторы УЗ-Р10 и УЗ-Р18 выведены на переднюю панель прибора.

Устройство управления лучом по яркости представляет собой симметричный триггер на транзисторах УЗ-Т4, УЗ-Т6, питаемый от отдельного источника (30 В), относительно источника питания катода. Запускают триггер положительные импульсы, снимаемые через цепь УЗ-С9, УЗ-Р20 с эмиттера транзистора УЗ-Т23 блока запуска развертки.

В исходном состоянии транзистор УЗ-Т4 открыт, УЗ-Т6 — закрыт. Положительный перепад импульса с блока запуска развертки переводит триггер в другое устойчивое состояние, отрицательный — возвращает в исходное состояние. В результате на коллекторе транзистора УЗ-Т6 формируется положительный импульс амплитудой около 17 В, по длительности равный длительности прямого хода развертки. Этот импульс поступает на модулятор ЭЛТ для подвешки прямого хода развертки.

В осциллографе предусмотрен простейший калибратор амплитуды и длительности. Калибратор выполнен на транзисторе УЗ-Т7 и представляет собой усилитель-ограничитель, на вход которого подан синусоидальный сигнал с частотой питающей сети со вторичной обмотки трансформатора Тр1. На коллекторе транзистора УЗ-Т7 формируются прямоугольные импульсы с частотой сети и амплитудой 11,4..11,8 В, которые поступают на входной attenuator КВО в верхнем (по схеме) положении переключателя В1 («V/Дел.»). При этом чувствительность прибора устанавливается равной 2 В на деление, а калибровочные импульсы должны занимать 5 вертикальных делений шкалы экрана. Калибровка коэффициента развертки возможна в положении «0,5», «1», «2», переключателем В2 («Время/Дел.»). Переключатель « $\mu S/mS$ » устанавливается при этом в положение « mS ».

Источник питания обеспечивает все блоки осциллографа необходимыми напряжениями: 200 В при токе нагрузки 20 мА; 100 В при 50 мА; +12 В при 150 мА; -12 В при 150 мА. Напряжения источников +100 В и +200 В нестabilизированы. Напряжения +12 В и -12 В получены делением половин напряжения стабилизированного источника 24 В. Он собран по типовой схеме на транзисторах УЗ-Т14, УЗ-Т16, УЗ-Т17. Выходное напряжение стабилизатора на 24 В устанавливается резистором УЗ-Р37. Для формирования напряжений -12 В и +12 В

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СЕРВИСНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ СИ-94

Н. БУЛЫЧЕВА, Ю. КОНДРАТЬЕВ

Часть вторая.

КОНСТРУКЦИЯ. ДЕТАЛИ. НАЛАЖИВАНИЕ

В конструкции осциллографа нам помогут разобраться фотография, приведенная в тексте, и рисунки на развороте вкладки. Как видно, прибор выполнен в настольном варианте и имеет вертикальное построение. Несущий каркас выполнен на основе алюминиевых сплавов и состоит из двух литых передней 1 и задней 8 панелей и двух штампованных пластин — верхней 10 и нижней 4, придающих конструкции необходимую жесткость. Экран ЭЛТ и основные органы управления осциллографом расположены на передней панели. На задней панели, рядом с цоколем ЭЛТ, установлена плата 7 оконечных усилителей У2. Такое расположение вызвано необходимостью максимального приближения выходных каскадов КГО и КВО к пластинам ЭЛТ для получения минимальной выходной емкости усилителей, а следовательно, и широкой полосы пропускания. С этой же целью провода, идущие к соответствующим отклоняющим пластинам ЭЛТ, припаяны непосредственно к теплоотводам, на которых для облегчения теплового режима установлены транзисторы У2-Т1 — У2-Т4 (см. вкладку). На задней панели расположены также сетевой трансформатор Тр1, клемма заземления Кз2, разъем ШЗ и держатель предохранителя.

Плата предварительного усилителя 5 (У1) с помощью пайки закреплена на фигурной планке 3, на ней же рас-

положена и линия задержки 2. Для облегчения доступа к элементам прибора при монтаже и ремонте фигурная планка сделана откидной. Она крепится к приливам передней и задней панелей в нижней их части, а при эксплуатации дополнительно еще

двумя винтами к средней их части. ЭЛТ расположена в верхней части прибора и во избежание наводок помещена в пермаллоевый экран 9.

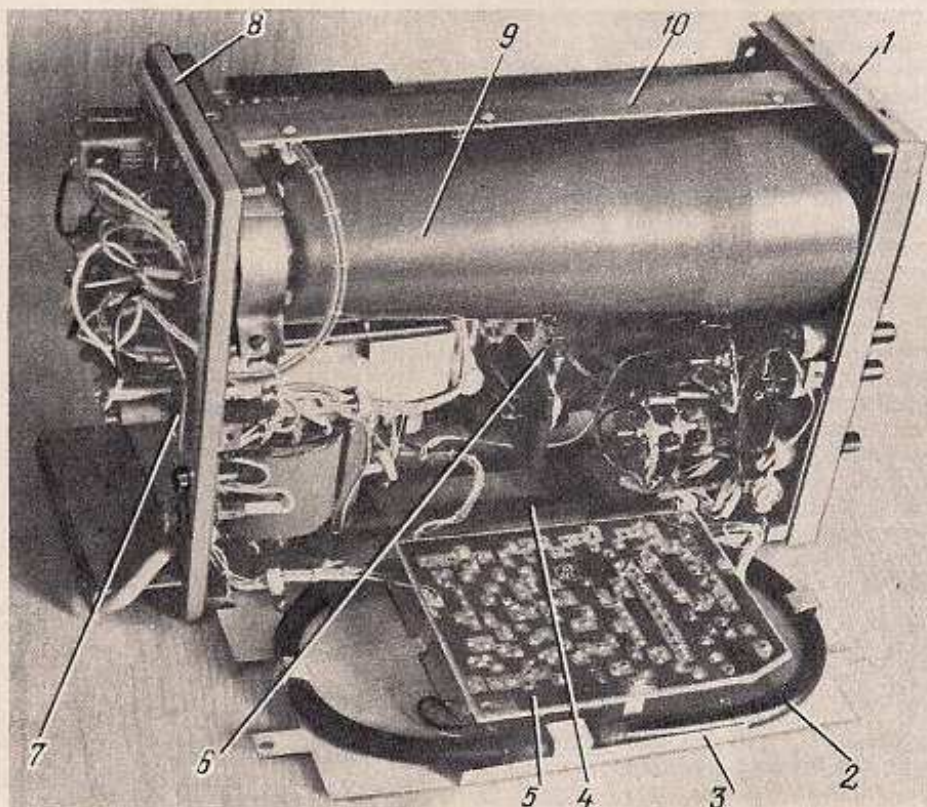
Плата 6 (У3), на которой смонтированы низковольтный источник питания, КГО луча и высоковольтный источник для питания ЭЛТ, установлена вертикально и крепится к передней и задней панелям прибора четырьмя винтами. Плата 6 — сложный, конструктивный узел, поэтому на вкладке показано расположение на ней основных элементов.

При монтаже этого блока сначала на основную плату устанавливают диоды У3-Д5 и У3-Д6. Сверху устанавливают дополнительную плату. На ней же распаяют выводы 11 и 12 трансформатора У3-Тр1 высоковольтного преобразователя. Конденсаторы У3-С7, У3-С8 и резисторы У3-Р6, У3-Р8 монтируют между основной и дополнительной платами вертикально.

Печатные платы осциллографа рассчитаны на монтаже следующих типов элементов:

Резисторы

С2-23-0,25 ± 1%	R1, R3—R6, R11, R14—R19, R22—R24, Y1-R3, Y1-R5, Y1-R16, Y3-R81—Y3-R83, R2, R8, R20, Y3-R10, Y3-R18
СПЗ-9а	R2, R8, R20, Y3-R10, Y3-R18
СПЗ-1а	Y1-R9, Y1-R39
СПЗ-16	Y2-R19, Y3-R34, Y3-R37, Y3-R58



Окончание. Начало см. в «Радио», 1983, № 1, с. 37—42.



МЛТ-0.5	У1-Р32, У1-Р44, У1-Р45
МЛТ-1	У3-Р13
МЛТ-2	У2-Р11—У2-Р18
	У3-Р5, У3-Р6, У3-Р8
МЛТ-0.25	остальные

Конденсаторы

К10-7В	С1—С4, У1-С1—У1-С4, У1-С8, У1-С11, У1-С12, У3-С12, У3-С15, У3-С16, У3-С19, У3-С20, У3-С22, У3-С23, У3-С28, У3-С30, У3-С33, У3-С34, У3-С36
КТ-1	С2—С9, У1-С9, У3-С11
КПК-МН	С10
МБМ-160	У3-С13, У3-С31, У3-С37
МБМ-250	У3-С14
МБМ-1500	У3-С7, У3-С8
К15-5	У3-С9, У3-С21
МБГО-2	У3-С35
К50-24	У3-С25—У3-С27
КСО-2	У3-С32
К50-6	остальные

Переключатели

ПГМ-10П4Н	В1
ПГМ-10П2Н	В2
П2К	У3-В1

Это не исключает применения деталей других типов, однако при этом, возможно, придется скорректировать рисунок печатных проводников.

Сетевой трансформатор Тр1 выполнен на стандартном витом магнитопроводе ШЛ16×25. Сетевая обмотка (13-14-24) намотана проводом ПЭВ-2 0,2 и содержит 1630+148 витков, обмотка 31-23-32 — 665×2 витков провода ПЭВ-2 0,2, 33-22-34 — 225×2 витков провода ПЭВ-2 0,38, 11-12 — 56 витков провода ПЭВ-2 0,47. Трансформатор высоковольтного преобразователя У3-Тр1 выполнен на Ш-образном ферритовом сердечнике М3000 НМСШ7×7. Обмотки 1-2-3 и 4-5-6 выполнены проводом ПЭТВ-939 0,23 и содержат соответственно по 40×2 и 5×2 витков, обмотки 11-12 и 13-14 намотаны тем же проводом, но диаметром 0,08 мм и содержат соответственно 1600 и 50 витков.

К сожалению, мы не можем дать рекомендаций по самостоятельному изготовлению линии задержки. Однако и без нее осциллограф работоспособен. Невозможным лишь станет наблюдение фронтов импульсов на высокочастотном участке диапазона. В этом случае нужно на плате У1 установить перемычки между контактами 14-17 и 15-18 и исключить резистор У1-Р41, необходимый для согласования линии задержки с каскадами усилителя. Возможно, кому-нибудь удастся самостоятельно изготовить линию задержки из коаксиального кабеля, воспользовавшись теоретическими данными, приведенными в [1]. Задержка, вносимая линией Лз1, — 110 нс.

В условиях массового производства невозможно отвести достаточно времени на индивидуальную наладку каж-

дого прибора. Это обстоятельство стараются учитывать еще на стадии разработки осциллографа за счет некоторого усложнения его схемы. Не является исключением и осциллограф С1-94. Поэтому, если печатную плату Вы выполнили безошибочно и перед установкой (монтажом) проверили детали, то осциллограф практически не требует налаживания. Его необходимо лишь «оживить». А делают это так. Прежде всего перед первым включением нужно тщательно осмотреть весь монтаж и устранить замеченные ошибки, иначе вместо радости первое включение может обернуться полным разочарованием. Теперь движки переменных резисторов R2, R8, У3-Р10, У3-Р18, R20, а также подстроечных резисторов У3-Р34 и У3-Р37 нужно установить в среднее положение, переключатель У3-В1.1 установить в положение, соответствующее закрытому входу, У3-В1.2 — в положение «Внешн.», У3-В1.3 — в положение, показанное на схеме, а У3-В1.4 и У3-В1.5 — соответственно в положения «Авт.» и «тS».

Коэффициенты отклонения и развертки должны быть равны соответственно «1» и «2». Сразу после включения осциллографа подстроечным резистором У3-Р37 необходимо установить напряжение 24 В между выводами 11 и 12 блока У3. После этого резистором У3-Р34 выставляют напряжение 12 В между выводами 6 и 12. После прогрева прибора на экране должна появиться линия развертки. Резисторами У3-Р10 и У3-Р18 добиваются оптимальной фокусировки и яркости луча, резистором R20 устанавливают начало линии развертки в левую часть экрана, а резистором R2 — на горизонтальную ось. Теперь нужно сбалансировать усилитель вертикального отклонения. Для этого переключатель «V/Дел.» устанавливают в положение «0,5», а линию развертки — в центр шкалы. Далее переключатель «V/Дел.» переводят в положение «1» и если линия развертки сместилась, подстроечным резистором У1-Р9 («Баланс.») возвращают ее в центр экрана. Эту операцию нужно повторить несколько раз.

Таблица 1

Обозначение по схеме	Напряжение, В		
	на коллекторе (стоке)	на эмиттере (источке)	на базе (затворе)
Плата У1			
Т1	(8...8,3)	(0,6...1)	(0)
Т2	-3,8...5	1,3...1,8	0,6...1,2
Т3	-3,8...5	1,3...1,8	0,6...1,2
Т4	-1,8...2,5	-4,5...5,5	-3,8...5
Т5	-1,8...2,5	-4,5...5,5	-3,8...5
Т6	-11,3...11,5	-1,3...1,9	-1,8...2,5
Т7	0,2...1,2	-2,6...3,4	-1,8...2,5
Т8	0,2...1,2	-2,6...3,4	-1,8...2,5
Т9	6,5...7,8	0...0,7	0,2...1,2
Т10	6,5...7,8	0...0,7	0,2...1,2
Плата У2			
Т1	60...80	8,3...9,0	8,8...9,5
Т2	60...80	8,3...9,0	8,8...9,5
Т3	100...180	11,0...11,8	11,8...12,3
Т4	100...180	11,0...11,8	11,8...12,3
Плата У3			
Т1	-10,6...10,1	12	13,5...14,5
Т2	-10,6...10,1	12	13,5...14,5
Т3	-10,5...11,5	-10,1...11,1	-11...10,4
Т4	-18...23	-8,2...10,2	-8,5...10,5
Т6	-14,5...17	-8...10,2	-8...10,5
Т7	6...6,5	0	0...0,2
Т8	4,5...5,5	-0,5...0,8	0
Т9	4,5...5,5	-0,7...0,9	-0,6...0,8
Т10	-11,4...11,8	0	-0,6...0,8
Т12	0,5...1,5	-0,6...0,8	0
Т13	4,5...5,5	3,7...4,8	4,5...5,6
Т14	-12,7...13	-0,3...2	-1...1,5
Т15	3...4,2	3...4,2	3,6...4,8
Т16	-15...25	-12	-12,0...12,3
Т17	-15...25	-12...12,3	-12,6...13
Т18	4,5...5,5	3...4,1	2...2,6
Т19	7,5...8,5	4,5...5,5	6,2...6,1
Т20	-12	5,1...6,1	4,5...5,5
Т22	0,4...1	-0,2...0,2	0,5...0,8
Т23	12	-0,3...0,3	0,4...1
Т24	-12	-9,6...11,3	-10,5...11,9
Т25	8...8,5	-0,2...0,2	-0,2...0,2
Т26	-12	-0,1...0,1	0,5...1,1
Т27	-12	0,5...1,1	-0,2...0,4
Т28	11,8...12,1	7,5...7,8	8...8,5
Т29	6,8...7,3	-0,5...0,8	0
Т30	(12)	(7,3...8,3)	(6,8...7,3)
Т32	12	6,9...8,1	7,5...8,8
Т33	10,6...11,5	6,1...7,6	6,8...8,3
Т34	10,6...11,5	6,1...7,4	6,8...8,1
Т35	-4,8...7	-8,5...8,9	-8...8,2

Ее можно считать законченной, если линия развертки не перемещается при переключении переключателя «V/Дел.»

Теперь переключатель «V/Дел.» устанавливается в положение, соответствующее подаче на вход осциллографа сигнала с внутреннего калибратора (именно в этом положении он показан на принципиальной схеме), а переключатели УЗ-В1.2 и УЗ-В1.4 — в положения «Внутр.» и «Ждуц.». На экране ЭЛТ появится изображение импульсов прямоугольной формы. Изображение синхронизируют переменным резистором R8 («Уровень»). Подстроечным резистором У1-R39 добиваются размаха импульсов, равного пяти делениям по вертикали. Коэффициент развертки корректируют подстроечным резистором УЗ-R58, добиваясь, чтобы один период калибровочных импульсов занимал на экране ЭЛТ 10 делений по горизонтали. После выполнения всех этих операций осциллограф можно считать готовым к работе.

Если при первом включении линия развертки на экране отсутствует, то нужно еще раз очень тщательно проверить монтаж осциллографа и напряжения на электродах полупроводниковых приборов. Они должны соответствовать приведенным в табл. 1. При замере напряжений в усилителях У1 и У2 нужно помнить, что усилители перед этим должны быть сбалансированы (см. выше), переключатель УЗ-В1.4 установлен в положение «Ждуц.», а луч — находится в центре экрана.

Перед замером напряжений в блоке УЗ нужно прежде всего резистором R8 («Уровень») установить нулевое напряжение на базе транзистора УЗ-Т8, установить переключатели УЗ-В1.2, УЗ-В1.4 и УЗ-В1.3 соответственно в положения «Внутр.», «Ждуц.» и показанное на схеме. Переключатели «V/Дел.» и «Время/Дел.» должны находиться в положениях «0,5» и «2» соответственно.

Напряжения на электродах транзистора УЗ-Т7 измеряют в положении переключателя «V/Дел.», показанном на принципиальной схеме.

Проверять напряжение на электродах транзисторов УЗ-Т4, УЗ-Т6 необходимо относительно общей точки диодов УЗ-Д2, УЗ-Д3 в положении «Авт.» переключателя УЗ-В1.4.

В табл. 2 приведены напряжения на электродах ЭЛТ. Все они измерены относительно общего провода осциллографа, за исключением напряжений на выводах 1 и 14, они измерены относительно катода.

В некоторых случаях, возможно, придется откорректировать частотную характеристику КВО. Во входном аттенюаторе этого добиваются подбором конденсаторов С4, С7. Корректирующие цепи У1-R2, У1-С2, С1 обеспечивают коррекцию коэффициента усиления в зависимости от положения

Таблица 2

Вывод	Напряжение, В
1,14	5,7...6,9
2	—1900...2100
3	—1940...2140
5	—1550...1950
7,8	60...80
9,12	0...100
10,11	100...180

Примечание. Напряжения на выводах 1,14 измерены относительно катода и находятся под напряжением —2000 В (1) относительно общего провода прибора.

переключателя «V/Дел.» В каскаде с линией задержки корректирующими цепями служат элементы У1-R35, У1-С9, а в каскаде оконечного усилителя — У1-С11, У1-С12, У1-R46.

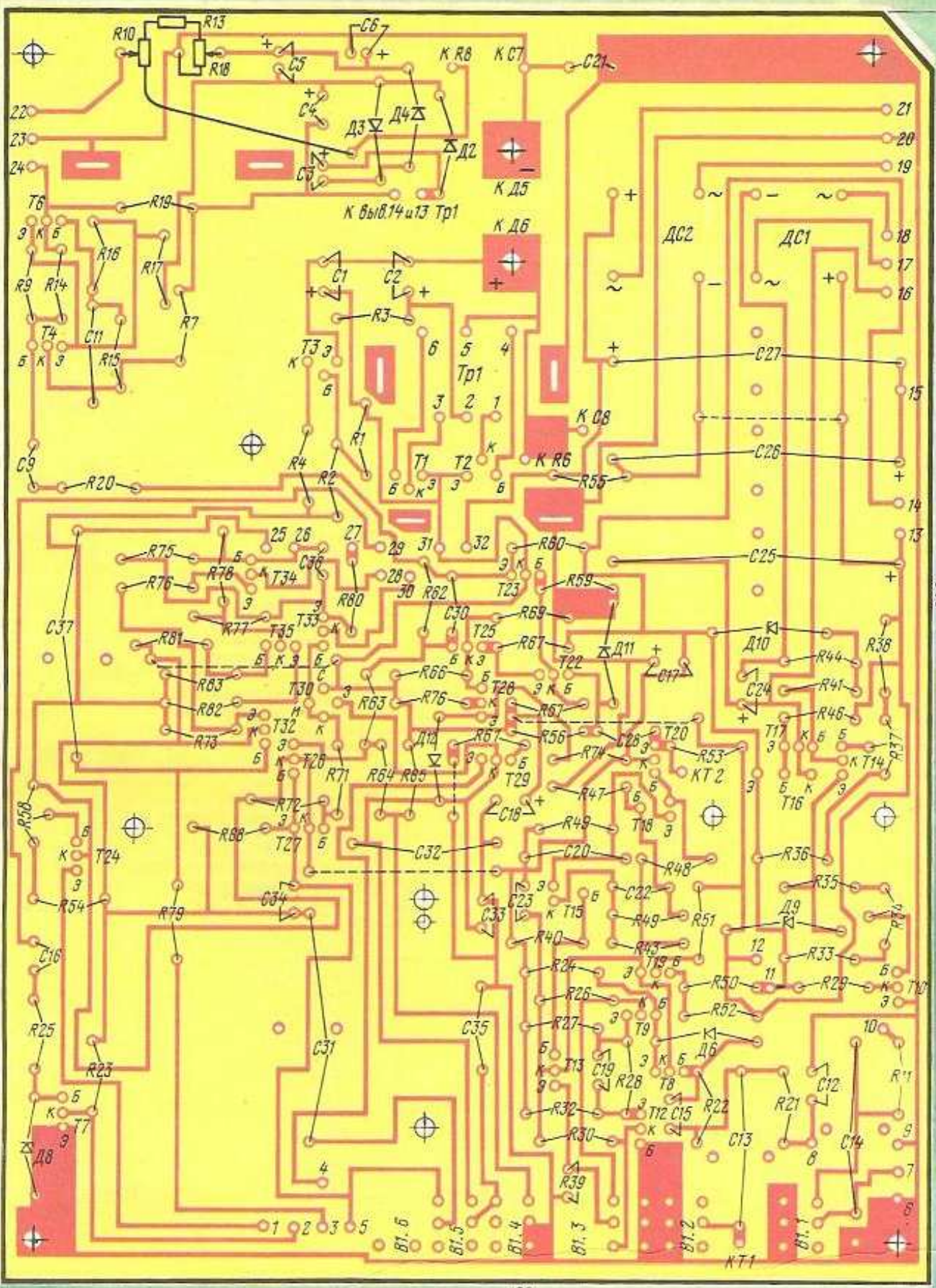
В некоторых случаях не удается сбалансировать усилитель КВО подстроечным резистором У1-R9, тогда, установив движок этого резистора в среднее положение, баланса необходимо добиться подбором резистора У1-R6. При использовании других типов ЭЛТ, если у радиолюбителя не окажется трубки 8ЛЮ7И, допускается корректировка коэффициента отклонения КВО в небольших пределах подбором резисторов У1-R36, У1-R37 в цепях эмиттеров транзисторов У1-Т7, У1-Т8.

Устойчивого запуска генератора развертки на низких частотах добиваются подбором резистора УЗ-R72, на высоких — конденсатора УЗ-С28. Конденсатором УЗ-С33 корректируют коэффициент развертки в диапазоне « μ S». Коэффициент передачи усилителя развертки по высокой частоте можно скорректировать подбором конденсатора УЗ-С36.

В заключение мы советуем радиолюбителям, решившим построить осциллограф, ознакомиться с литературой, приведенной в конце статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блюдин Е. К., Боднар Э. М., Кравченко К. В. и др. Портативные осциллографы. — М., Советское радио, 1978.
2. Кузнецов А. С. Портативные любительские осциллографы. — М., Энергия, 1975. (Массовая радиобиблиотека, вып. 897).
3. Кузнецов А. С. Трехканальный осциллограф. — М., Радио и связь, 1981.
4. Новопольский В. А. Как работать с осциллографом. — М., Энергия, 1978. (Массовая радиобиблиотека, вып. 958).
5. Пароль Н. В., Берштейн А. С. Осциллографические электронно-лучевые трубки. — М., Радио и связь, 1982. (Массовая радиобиблиотека, вып. 1054).
6. Редькина Л. И., Редькин Б. Е. Электронные коммутаторы к осциллографам. — М., Энергия, 1969. (Массовая радиобиблиотека, вып. 718).
7. Соловьев В. Я. Осциллографические измерения. — М., Энергия, 1975. (Массовая радиобиблиотека, вып. 883).
8. Соболевский А. Г. Измерения при настройке радиоаппаратуры. — М., Энергия, 1980. (Массовая радиобиблиотека, вып. 1010).

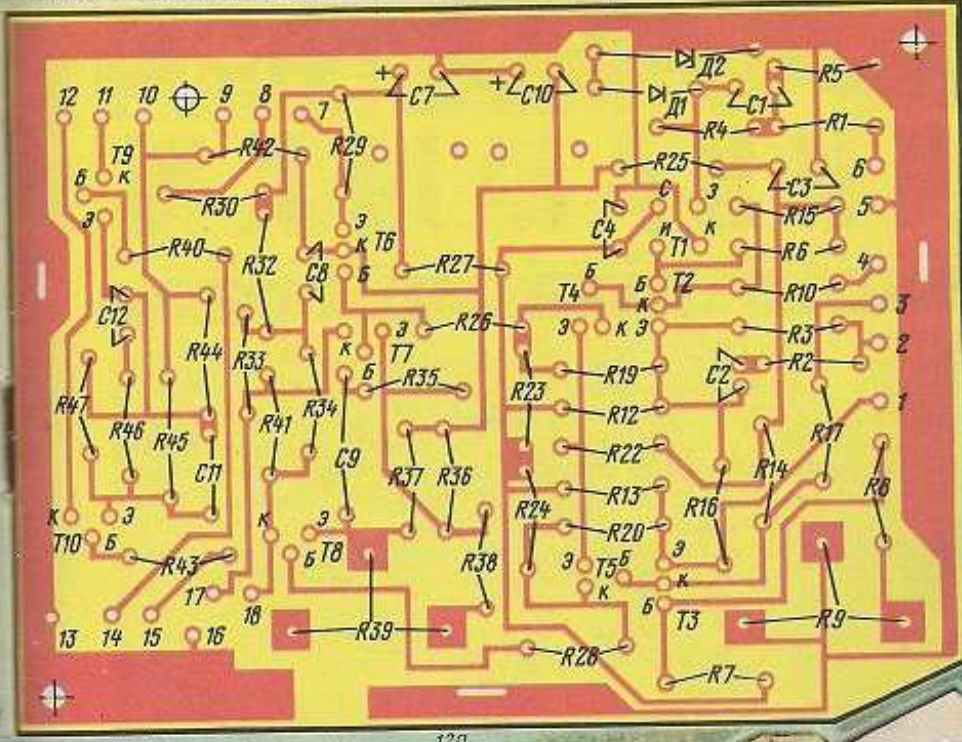


220

160

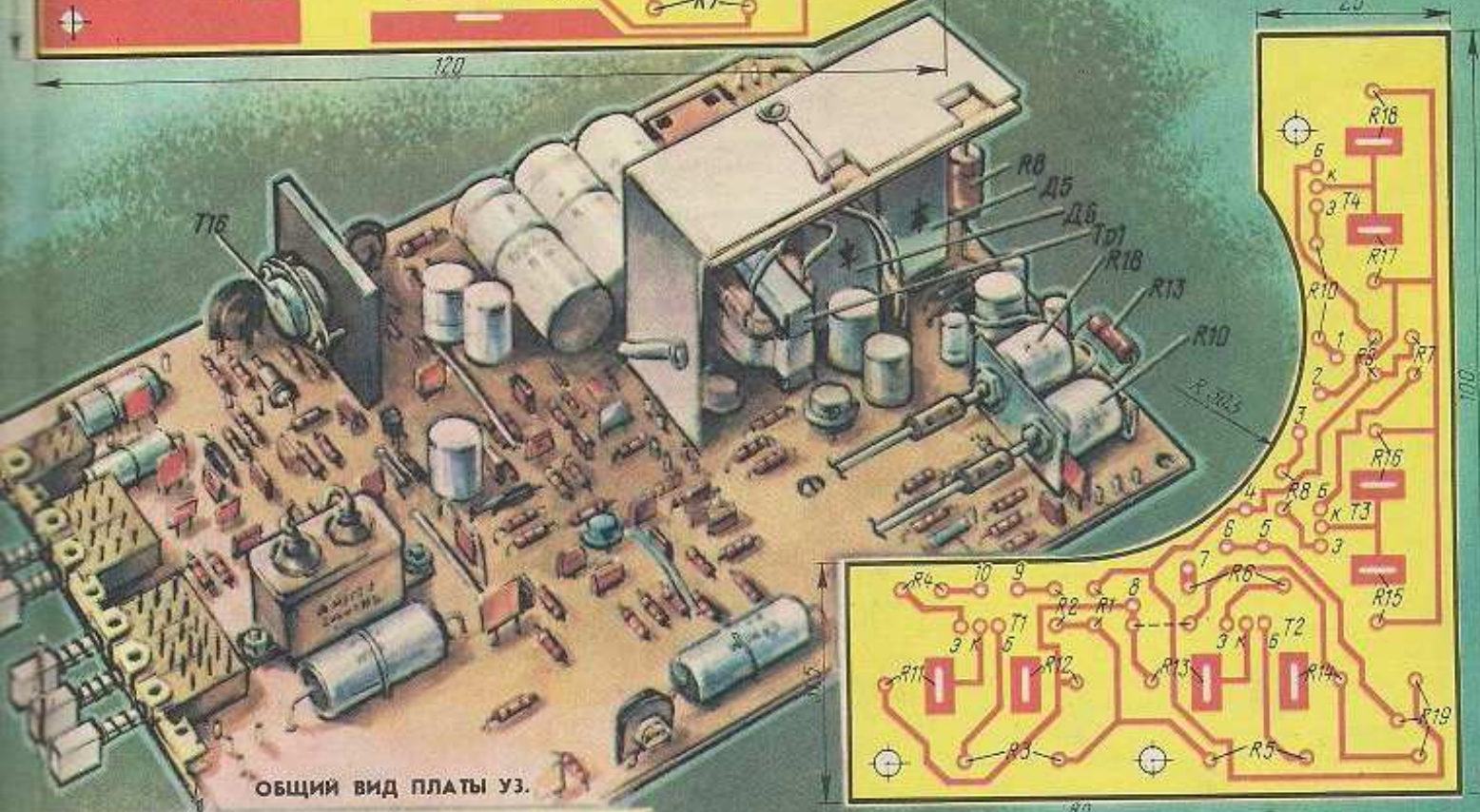
ЧЕРТЕЖ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ УЗ КГО ЛУЧА, НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ.

ЧЕРТЕЖ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ У1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ КВО ЛУЧА.

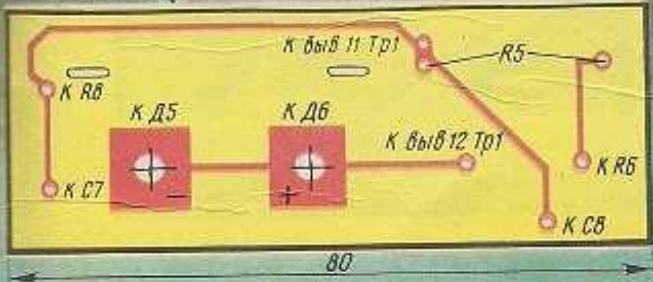


УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СЕРВИСНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ С1-94

(читайте статью на с. 29—31)



ОБЩИЙ ВИД ПЛАТЫ У1.



ЧЕРТЕЖ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ.

ЧЕРТЕЖ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ У2 ОКОНЕЧНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ КВО И КГО.

ВИД НА МОНТАЖ ТРАНЗИСТОРА У2-Т4 (У2-Т1—У2-Т3) И РЕЗИСТОРОВ 2У-Р17, 2У-Р18 (2У-Р11—2У-Р16) НА ПЛАТЕ У2 ОКОНЕЧНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ КВО И КГО.

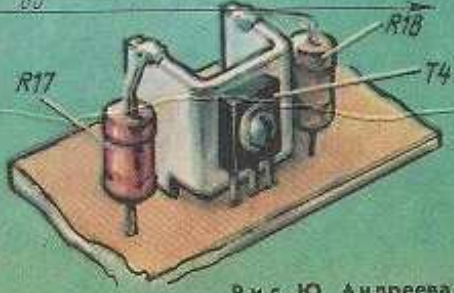


Рис. Ю. Андреева

