



ТРАНСИВЕР РАДИО-76

Б. СТЕПАНОВ (УW3АХ), мастер спорта СССР,

Г. ШУЛЬГИН (UA3АСМ), мастер спорта СССР

Большинство деталей трансивера расположено на трех печатных платах, соответствующих трем его блокам: основному, гетеродинов и усилителя мощности. Фотографии этих печатных плат приведены в первой части статьи (рис. 4). Платы изготавливают из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5—2 мм. В качестве выводов плат используют отрезки посеребренного или луженого медного провода толщиной 1,2—1,5 мм. На рис. 5 показана печатная плата основного блока, а на рис. 6 — блока гетеродинов.

Перед установкой микросхемы ее выводы укорачивают до 10 мм и аккуратно залуживают, обязательно используя теплопровод (пинцет, плоскогубцы «утинный нос»). Затем выводы вставляют в отверстия печатной платы и, удостоверившись в том, что выводы не перепутаны, расплавляют их.

Этой операции следует уделить особое внимание, так как из-за большого количества выводов выпаять неправильно установленную микросхему довольно трудно, особенно, если не использовать специальные насадки на паяльник. Более того, при отсутствии опыта повторная установка микросхемы может привести к повреждению печатных проводников либо самой микросхемы.

Печатные платы основного блока и блока гетеродинов, предназначенные для использования и в многодиапазонном трансивере, разработаны под следующие детали: резисторы (кроме резистора R_2 в основном блоке) — МЛТ-0,25; резистор R_2 в основном блоке — СП4-1; конденсаторы постоянной емкости (кроме электролитических) — КМ-4 и КМ-5, электролитические конденсаторы — К50-6; высокочастотные дроссели — ДМ-0,1, реле — РЭС-15 (паспорт РС4.591.004), катушки индуктивности в усилителе ПЧ и в гетеродине на 500 кГц — трансформаторы ФПЧ-2 от радиоприемника «Селга-404»; кварцевый резонатор $Pz1$ — в корпусе Б1.

Без переделки плат можно использовать и компоненты некоторых других типов. Так, вместо резистора СП4-1 можно применить СПО-0,5, конденсаторы КМ-4 и КМ-5, используемые в цепях развязки, заменить на КЛС и КЛГ, а в остальных цепях — на КТ или КСО. В качестве катушек индуктивности в усилителе ПЧ и гетеродине на 500 кГц при соответствующей небольшой коррекции печатных проводников можно применить трансформаторы ПЧ от любых транзисторных приемников с соотношением витков от 20:1 до 10:1.

Транзисторы КТ315 могут быть с любым буквенным индексом. Можно также использовать любые кремниевые высокочастотные $n-p-n$ транзисторы (КТ301, КТ306,

КТ312). Следует лишь учесть, что в качестве $T1$ и $T2$ основного блока необходимо использовать транзисторы с $V_{ст} \geq 80$, а $T3$ (основной блок), $T1$ и $T2$ (блок гетеродинов) — с $V_{ст} \geq 40$. Транзисторы ГТ402 и ГТ404 можно заменить, например, на транзисторы МП41 и МП38. Однако в этом случае низкоомную нагрузку (с сопротивлением около 10 Ом) можно включать лишь через понижающий трансформатор.

Микросхемы К1УС222 и К1УС221 можно использовать с любыми буквенными индексами, но тогда необходимо подобрать резисторы в цепях питания так, чтобы напряжение на микросхеме не превышало максимально допустимого.

При отсутствии у радиолюбителя микросхем можно сделать их аналоги — модули на транзисторах КТ301, КТ306, КТ312, КТ315. Модулям следует придать форму, допускающую их установку на плате вместо микросхем.

Диоды КД503 во вспомогательных цепях можно заменить практически любыми кремниевыми или германиевыми высокочастотными диодами с малыми обратными токами (например, Д9К). Для кольцевых смесителей лучше всего подходят современные высокочастотные диоды (КД503, КД509, ГД507), однако вполне удовлетворительные результаты получаются и при использовании диодов Д18, Д311 и т. д. При этом, правда, несколько ухудшится чувствительность приемника (до 1,5—2 мкВ), но остальные характеристики не изменятся.

Варикап КВ102 можно заменить на Д901 или Д902.

Трансформаторы $Tp1-Tp4$ кольцевых смесителей намотаны на сердечниках $K7 \times 4 \times 2$ из феррита 600НН. Можно также использовать ферритовые кольца с проницаемостью 400—1000 и внешним диаметром 7—12 мм. Каждая обмотка содержит 34 витка провода ПЭВ-2 0,15. Наматывают трансформаторы сразу тремя проводами, которые предварительно скручивают в жгут. Следует быть внимательным при распайке обмоток трансформаторов (начала обмоток отмечены на рис. 1 и рис. 5 точками).

Катушка $L4$ генератора плавного диапазона намотана на каркасе диаметром 12 мм из фторопласта или полистирола. Она имеет 33 витка провода ПЭВ-2 0,35. Намотка рядовая, виток к витку. Катушка снабжена подстроечным карбонильным сердечником СЦР-1. Ее индуктивность — около 9 мкГ.

Катушки $L1, L2$ входного полосового фильтра намотаны на каркасах от КВ контуров приемника «Спидола». Они содержат по 25 витков плотной рядовой намотки проводом ПЭЛШО 0,1 (отвод от 4-го витка, считая от заземленного вывода). Индуктивность катушек — около 6,2 мкГ.

Блок усилителя мощности не предназначен для использования в многодиапазонном варианте трансивера, поэтому подробно он не описывается. В нем применены такие же детали, как и в двух других блоках. Подстроечные конденсаторы — 1КПВМ-1. Входной полосовой фильтр $L1C1C2L2C3$ аналогичен ФСС, используемому в приемном тракте. Катушки $L3-L5$ намотаны на кольце $K12 \times 6 \times 4$ из феррита М20ВЧ2 и имеют соответственно 2, 17 и 2 (с отводом посередине) витка провода ПЭВ-2 0,35. Для намотки катушек $L6-L8$ использовано кольцо $K20 \times 10 \times 5$ из феррита М50ВЧ2. Они содержат соответственно 2 (с отводом посередине), 16 и 2 витка провода ПЭВ-2 0,35. Диод КД510 ($D1$) можно заменить любым кремниевым.

Детали, устанавливаемые методом навесного монтажа

Окончание. Начало см. в «Радио», 1976, № 6, с. 17.

жа на шасси (см. рис. 4), могут быть любого типа. Исключение составляют реле $P1$ (РЭС-15, паспорт РС4.591.004) и переменный резистор $R6$. Этот резистор должен иметь высокое качество. Нестабильность сопротивления, неравномерность его изменения будут существенно ухудшать работу трансивера. Из доступных деталей лучше всего для этого применения зарекомендовали себя резисторы СП1, уже находившиеся некоторое время в эксплуатации («спритертые»).

Измерительный прибор ИП1 — с током полного отклонения 0,5—1 А.

Один из возможных вариантов компоновки трансивера приведен на рис. 7. Корпус трансивера образуют две П-образных детали, одна из которых является основанием, а другая — крышкой (на рисунке не показана). На основании 1 с помощью стоек 3 высотой 5—10 мм закреплено плоское металлическое шасси 2. На шасси установлены платы основного блока 6, блока гетеродинов 12 и усилителя мощности 4. Первые две прикреплены к шасси непосредственно (чтобы не произошло замыкание монтажа, в шасси прорезаны прямоугольные отверстия размерами, несколько меньшими размеров плат). Транзисторы усилителя мощности установлены на радиаторе 5, который представляет собой дюралюминиевую пластину толщиной 5—10 мм. К радиатору на четырех стойках прикреплена плата усилителя.

На задней стенке основания трансивера установлены разъемы для подключения внешних устройств: 7 — общий для приема-передающего тракта антенны; 8 — головных телефонов или громкоговорителя; 9 — микрофона; 10 — блока питания; 11 — отдельной приемной антенны. На передней стенке основания трансивера закреплены переменные резисторы 14, с помощью которого осуществляется настройка на рабочую частоту, и 15, служащий для регулировки усиления приемника, а также выключатель 16 «Прием — передача» и измерительный прибор 17 для контроля тока оконечного каскада усилителя мощности.

Питание трансивера осуществляют от отдельного стабилизированного источника, обеспечивающего на выходе напряжение +12 В при токе до 1 А.

Налаживание трансивера начинают с установки режимов работы транзисторов $T1$ и $T3$ в основном блоке. Для этого переключателем $B1$ (см. рис. 4) устанавливают режим «Прием», а движок переменного резистора $R3$ переводят в крайнее правое (по схеме) положение. Подбирая резистор $R4$ в основном блоке, добиваются, чтобы напряжение на эмиттере транзистора $T1$ было около 2 В. Затем, изменяя сопротивление резистора $R16$, устанавливают напряжение на эмиттерах транзисторов $T4$ и $T5$ равным примерно 6 В.

После этого приступают к настройке блока гетероди-

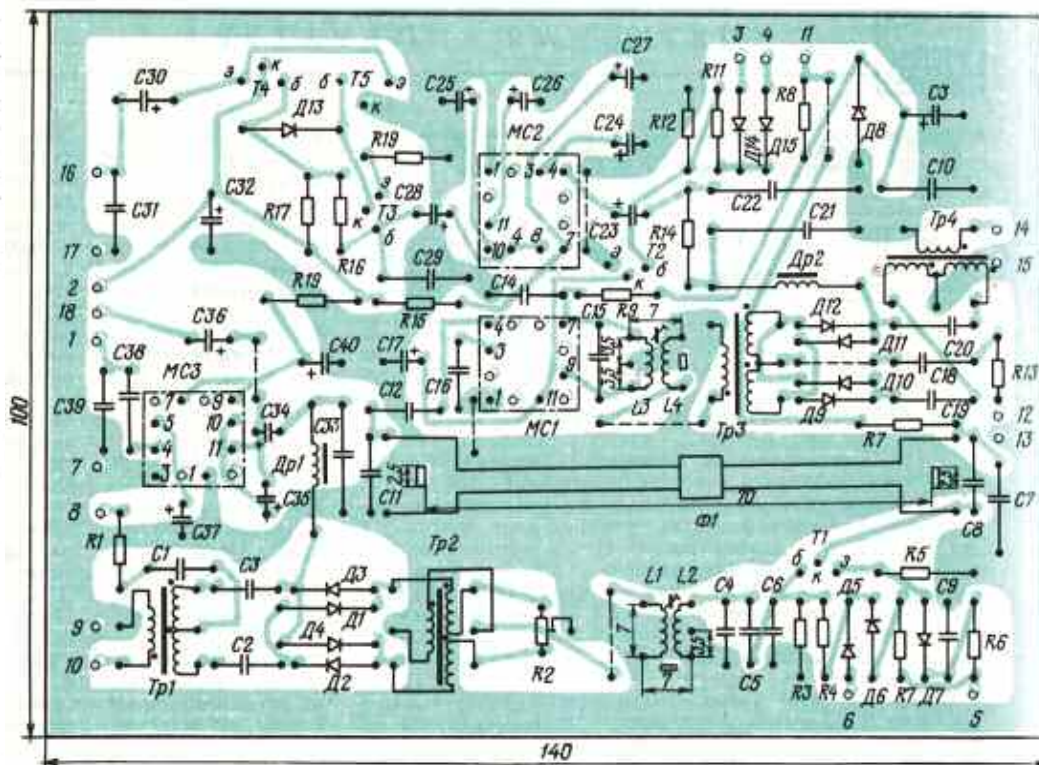


Рис. 5

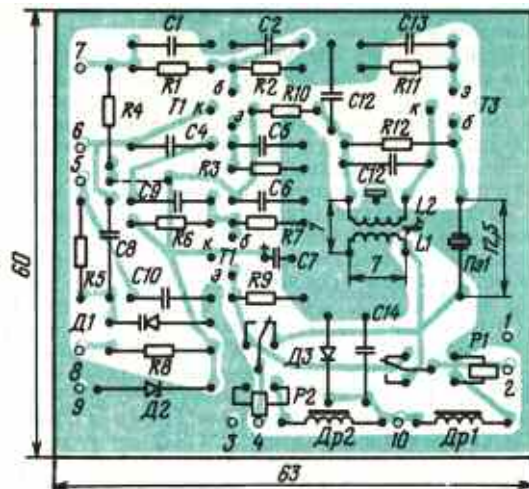


Рис. 6

нов. К выводу 4 платы подключают высокочастотный вольтметр с пределом измерения 1 В и, вращая подстроечный сердечник катушки $L2$, добиваются появления ВЧ напряжения амплитудой около 0,5 В. Затем ВЧ вольтметр подключают к выводу 2 и проверяют работу генератора плавного диапазона. Необходимое перекрытие — от 4,1 до 4,15 МГц (с запасом на краях примерно по 5 кГц) устанавливают подбором резисторов $R5$ и $R7$ (см. рис. 4) и подстройкой сердечником катушки $L3$. В случае необходимости в блок гетеродинов можно ввести дополнительный конденсатор ($C3$ на рис. 2). Его устанавливают между выводами 6 и 7 платы гетеродинов.

Амплитуда напряжения ВЧ на выводе 2 должна быть примерно равна 1,2 В. Вращая ручку «Настройка», про-

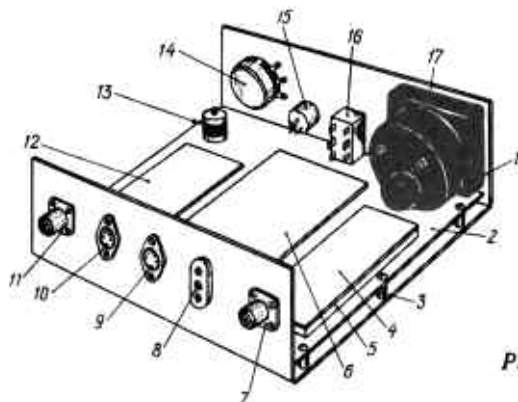


Рис. 7

веряют неравномерность напряжения гетеродина по диапазону. Она не должна превышать 0,1 В.

Теперь можно приступать к настройке радиочастотного тракта — основного блока трансивера. К разъему Ш2 подключают нагрузку — громкоговоритель с сопротивлением 6—10 Ом или его эквивалент — резистор с таким же сопротивлением и мощностью рассеивания 0,5 Вт. Параллельно нагрузке включают вольтметр переменного тока или осциллограф. Вывод 4 основной платы временно замыкают на корпус, отключая тем самым цепь автоматической регулировки усиления. На этом этапе настройки целесообразно отключить и генератор плавного диапазона.

Коснувшись пальцем или отверткой вывода 4 микросхемы МС2, убеждаются в работоспособности усилителя НЧ по появлению фона на выходе.

Параллельно катушке L4 подключают генератор стандартных сигналов. Установив уровень сигнала 20—50 мВ, изменяют частоту ГСС в районе 500 кГц до появления сигнала на выходе усилителя НЧ. Не изменяя настройки ГСС, уменьшают уровень его сигнала до 20 мкВ и подключают ГСС параллельно конденсатору С11. Вращая подстроечный сердечник катушки индуктивности L3, добиваются максимального напряжения на выходе усилителя НЧ. Затем ГСС подключают параллельно катушке L1 и подстраивают катушку L2 также по максимальному выходному напряжению. При этой настройке уровень сигнала ГСС постепенно уменьшают до 1—2 мкВ.

Если в распоряжении радиолюбителя имеется генератор качающейся частоты на 500 кГц, то можно подобрать конденсаторы С8 и С11 по наименьшей неравномерности в полосе пропускания (вопреки распространенному среди радиолюбителей мнению эти конденсаторы практически не влияют на вносимые потери). Выполнить такую настройку без ГКЧ можно только с высокостабильным ГСС. Из-за большой крутизны скатов в провалах частотной характеристики ЭМФ сигнал на

выходе трансивера может изменяться на 3—6 дБ только из-за нестабильной работы ГСС (достаточно ухода его частоты на 100 Гц в процессе настройки).

Для настройки входа и выхода ЭМФ с помощью ГСС частоту устанавливают в точке, соответствующей одному из провалов амплитудно-частотной характеристики, и подбором конденсаторов С8 и С11 (полезно временно подключить подстроечные конденсаторы) добиваются максимального напряжения на выходе усилителя НЧ. Приведенные в первой части статьи неравномерность в полосе пропускания соответствует случаю оптимальной настройки входной и выходной цепей ЭМФ.

При исправных деталях и потерях в ЭМФ не более 6 дБ чувствительность тракта со входа L1 должна получиться не хуже 0,5 мкВ. Поскольку в любительских условиях измерить чувствительность лучше 1 мкВ трудно из-за просачивания сигнала, работу тракта следует считать нормальной, если при уровне сигнала ГСС 1 мкВ сигнал заметно (в 10 и более раз) превышает шум. В отсутствие сигнала уровень шумов на нагрузке 8 Ом усилителя НЧ должен быть не более 10 мВ.

Включив генератор плавного диапазона, настраивают входной ФСС приемника. Для этого на вход приемника подают сигнал от ГСС амплитудой 5—10 мкВ и частотой 3,625 МГц и вращают ручку настройки трансивера до появления на выходе усилителя НЧ приемника сигнала с частотой около 1 кГц. Контуры ФСС L1C1 и L2C3 (рис. 4) настраивают по максимальному напряжению на выходе усилителя НЧ.

В процессе настройки радиочастотного тракта необходимо следить, чтобы не перегружались каскады усилителей ПЧ и НЧ. Практически это означает, что напряжение на выходе усилителя НЧ в любом случае не должно превышать 2—3 В.

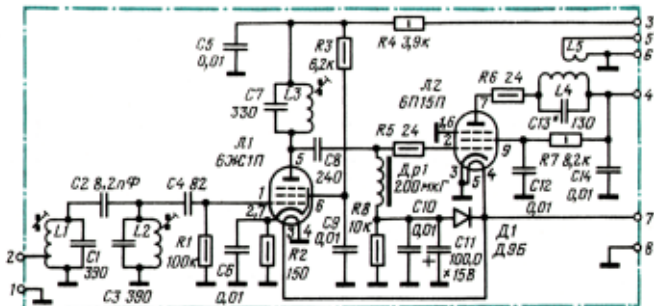
По окончании настройки радиочастотного тракта в режиме «Прием» градуируют шкалу трансивера.

Настройку трансивера в режиме «Передача» также начинают с основного блока. Питание на усилитель мощности на первоначальном этапе настройки не подают. К разъему Ш3 подключают микрофон, который радиолобитель в дальнейшем предполагает использовать с трансивером. К выходу микросхемы МС3 подключают милливольтметр или осциллограф. Произнося долгое «А» (расстояние до микрофона и уровень громкости должны быть такими же, какими они будут в дальнейшем при работе в эфире), подстроечным резистором R1 (рис. 4) устанавливают уровень сигнала на выходе микросхемы МС3 равным 0,1—0,15 В. После этого к выводу 15 платы основного блока подключают отрезок провода и прослушивают на вспомогательном приемнике сформированный SSB сигнал. Максимальное подавление несущей устанавливают с помощью подстроечного резистора R2.

Усилитель мощности настраивают отдельно. Подав на него питание, устанавливают режим транзистора T1. Ток через транзистор должен быть равен примерно 50 мА. Его контролируют по падению напряжения на резисторе R4, включенном в эмиттерную цепь транзистора T1.

Затем к разъему Ш1 подключают эквивалент антенны (резистор сопротивлением 75 Ом и мощностью рассеивания около 5 Вт). Его можно составить из нескольких включенных параллельно резисторов большего номинала, например из трех резисторов МЛТ-2 сопротивлением по 220 Ом. На вывод 2 платы усилителя мощности от ГСС подают сигнал частотой 3,625 МГц и амплитудой 0,1—0,15 В. Подключив ВЧ вольтметр к базе транзистора T1, настраивают полосовой фильтр L1C1L2C3. Затем, включив вольтметр параллельно эквиваленту антенны, последовательно настраивают колебательные контуры L4C7C8 и L7C13C14. В процессе

Рис. 8



настройки величину сигнала ГСС постепенно уменьшают до 20—30 мВ.

Завершают настройку подбором оптимальной связи с антенной изменением числа витков катушки связи L_8 . Критерием настройки служит возрастание выходного напряжения передатчика в два раза при отключении эквивалента антенны. При подаче сигнала от ГСС ток, потребляемый оконечным каскадом, должен быть равен 0,5—0,7 А.

Восстановив соединение основной платы и платы усилителя мощности, проверяют трансивер на передачу в целом. Сигнал прослушивают на вспомогательном связанном приемнике.

В отличие от основного блока и блока гетеродинов, в усилителе мощности использованы более дефицитные компоненты. Вызвано это желанием создать полностью полупроводниковый трансивер с выходной мощностью 5 Вт. Попытки же использовать в усилителе мощности менее дефицитные транзисторы успеха не имели. В том случае, если радиолюбитель не достанет транзисторы КТ606 и КТ904, он может выполнить усилитель мощности на лампах. Схема такого усилителя приведена на рис. 8. При использовании с описанным основным блоком, так же как и полупроводниковый усилитель мощности, он обеспечивает пиковую выходную мощность около 5 Вт.

На вывод 2 подают ВЧ сигнал от основного блока, на выводы 3 и 4 — напряжение +290 В, на вывод 7 — переменное напряжение 6,3 В. Выводы 5 и 6 предназначены для подключения антенны. Напряжение питания на вывод 4 подают через измерительный прибор с током полного отклонения 70—100 мА. Схема управления трансивером при этом практически не изменяется. При ламповом усилителе мощности верхние по схеме контакты выключателя $V1$ (рис. 4) используют для подачи напряжения +290 В на блок усилителя мощности, а нижние — для подачи напряжения +12 В на остальные блоки трансивера.

г. Москва

КОГДА НОМЕР ГОТОВИЛСЯ К ПЕЧАТИ...

Судьба трансивера «Радио-76» сложилась так, что едва выйдя из «колыбели», он подвергся серьезнейшим испытаниям в суровых условиях Арктики. 16 мая с мыса Челюскин стартовала уже известная нашим читателям женская группа лыжниц «Метелица». Для связи с базовой радиостанцией перехода УК0ВАЕ радист группы Тая Ревтова (UA3ACW/U0ACW) использовала трансивер «Радио-76». Трансивер питался от батареи аккумуляторов, работа велась на антенну «Inverted Vee».

В течение 18 дней группа преодолела расстояние около 400 км и финишировала на острове Октябрьской Революции. Все это время радиосвязь действовала безотказно, работа трансивера получила самые похвальные отзывы.

◆ РАДИО № 7, 1976 г.