

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НА 28 МГц

Канд. техн. наук В. ПОЛЯКОВ (РАЗААЕ)

Приемник прямого преобразования*) позволяет простыми средствами получить хороший прием сигналов CW и SSB станций. Ниже описан несложный вариант такого приемника на диапазон 28—29,7 МГц.

Принципиальная схема приведена на рис. 1 в тексте. Сигнал с антенны подается на входной контур LC1, в котором осуществляется предварительная селекция, и затем через симметрирующий трансформатор Тр1 — на колебательный балансный смеситель Д1—Д4. На другой вход смесителя через трансформатор Тр2 подается напряжение гетеродина. В результате смешения частот сигнала и гетеродина выделяются колебания разностной частоты. Для приема телеграфных станций частота гетеродина устанавливается на 1—2 кГц выше или ниже частоты принимаемого сигнала, и на выходе смесителя появляется сигнал с частотой 1—2 кГц. Для приема SSB станций гетеродин

должен быть настроен на частоту подавленной несущей. В этом случае на выходе смесителя выделяются непосредственно звуковые сигналы. Выход смесителя через П-образный фильтр нижних частот Л3С8С9 соединен со входом усилителя низкой частоты. Частота среза фильтра выбрана около 3 кГц. Фильтр ослабляет сигналы соседних станций, отстоящих от частоты гетеродина более, чем на 3 кГц.

Гетеродин приемника собран на транзисторе Т4. Катюшка контура гетеродина Л2 включена в цепь коллектора. Сигнал обратной связи подается на эмиттер с емкостного делителя, составленного из конденсаторов контура С3 и С4. Переменный конденсатор С2 служит для настройки. Режим транзистора по постоянному току задается делителем в цепи базы R1, R2 и резистором R3 — в цепи эмиттера. По высокой частоте база заземлена. Напряжение питания гетеродина стабилизировано стабилизатором Д5.

Усилитель низкой частоты трехкаскадный. В первом каскаде применен маломощный транзистор Т1 типа П28. В каскад введена отрица-

тельная обратная связь через резистор R5, создающий смещение в цепи базы. Остальные два каскада на транзисторах Т2 и Т3 собраны по аналогичной схеме. Конденсатор С14 ослабляет высокочастотные компоненты шума усилителя, а конденсатор С13 (сравнительно небольшой емкости) — частоты ниже 300 Гц. Общий коэффициент усиления усилителя составляет приблизительно 30 000.

Выход приемника рассчитан на подключение чувствительных высокоомных телефонов. При желании обеспечить громкоговорящий прием надо добавить оконечный каскад, собранный по любой известной схеме. Регулировка усиления в приемнике отсутствует, так как сигналы мощных телеграфных станций хорошо ограничиваются усилителем. Для неискженного приема сигналов SSB можно добавить регулятор усиления, заменив, например, постоянный резистор R6 потенциометром и соединив его движок с левой (по схеме) обкладкой конденсатора С11.

Поскольку все усиление сигнала происходит на низкой частоте, чувствительность приемника определяется шумами смесителя и чувствительностью усилителя. Коэффициент передачи смесителя может быть равен 0,2—0,5, чувствительность усилителя составляет доли микровольта. В результате при применении маломощных диодов в смесителе чувствительность приемника получается около 1 мкВ при отношении сигнал/шум на выходе, равном 3.

Избирательность приемника определяется фильтром Л3С8С9 и составляет 30 дБ при расстройке на 10 кГц. Перекрестные помехи, возникающие из-за прямого детектирования мешающих модулированных сигналов, подавляются благодаря применению балансного смесителя примерно на

*) Употребляется также название «приемник с нулевой промежуточной частотой».

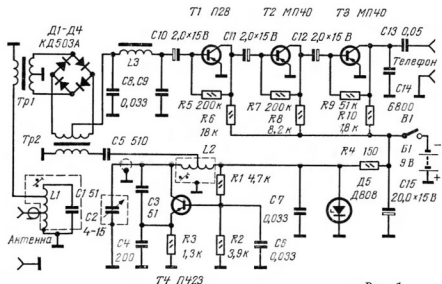


Рис. 1

60 дБ относительно уровня полезного сигнала 1 мкВ. Эти помехи легко распознать, так как мешающий сигнал слышен при любом положении ручки настройки. Большое подавление, то есть улучшение реальной избирательности, получается при точной балансировке смесителя путем подбора диодов или с помощью подстроечных резисторов и конденсаторов, подобно тому, как это делается в балансных модуляторах SSB передатчиков.

Детали и конструкция приемника показаны в 1-й стр. вкладки *. Контурные катушки $L1$ и $L2$ имеют по 9 витков провода диаметром 0,5—0,7 мм на каркасе диаметром 10 мм, длина намотки 10 мм. Для $L2$ желателен керамический каркас. Катушки подстраиваются магнетитовыми сердечниками. Отводы к трансформаторам смесителя сделаны примерно от середины катушек, отвод к антенне — от второго витка $L1$. Трансформаторы смесителя $Tr1$ и $Tr2$ намотаны на кольцах $K8 \times 4 \times 2$ из феррита 100НН. Первые обмотки имеют по 20 витков ПЭЛПО 0,15—0,2, вторичные — 10+10 витков. Обе половинки вторичных обмоток наматывают одновременно двумя проводами (для лучшей симметрии). Размеры колец не критичны.

Неплохие результаты дает также упрощенная схема балансного смесителя (рис. 2 в тексте), не требующая намотки торoidalных трансформаторов. Катушка связи L_{c2} содержит 2+2 витка, намотанных около заземленного вывода катушки $L1$. Поскольку хорошей симметричности при воздушной катушке связи, как правило, не получается, в смеситель введен симметрирующий потенциометр $R11$. Положение движка подбирается по минимуму перекрестных помех.

Катушка фильтра $L3$ индуктивностью 170 мГ намотана на кольце $K10 \times 6 \times 5$ из феррита 4000НМ и имеет 300 витков провода ПЭЛПО 0,1. В качестве $L3$ можно использовать любую подходящую катушку, например одну из обмоток трансформатора от карманного приемника. В смесителе можно также применить диоды Д311, Д104 (чувствительность приемника при этом снижается вдвое) или Д9 с любыми буквенными индексами (чувствительность при этом падает в 2,5 раза).

В качестве $T4$ можно применить любой высокочастотный транзистор

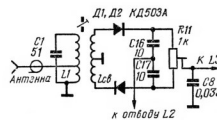


Рис. 2

с граничной частотой не менее 120 МГц, в качестве транзистора $T1$ (с несколько худшими результатами) — П13Б или МП39Б. $T2$ и $T3$ — любые низкочастотные транзисторы. Конденсатор настройки $C2$ — подстроечный с воздушным диэлектриком; $C1$, $C3$ и $C4$ — типа КТК; $C6$ — $C9$ —КЛС; электролитические — любого типа для печатного монтажа с односторонним расположением выводов. Все резисторы — УЛМ или МЛТ-0,125. Монтаж выполнен на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 55×130 мм (см. вкладку). Конфигурация соединительных выводов такая, что монтаж легко вырезать с помощью острого ножа. Катушки $L1$ и $L2$ заключены в экраны, изготовленные из алюминиевых стаканчиков от ламповых панелей ПЛК-9. Стаканчики следует укоротить по высоте и отогнуть лапки для крепления к плате с помощью витков.

Плату размещают на металлическом шасси или в коробке любой конструкции. Необходимо только обеспечить минимальную длину соединительных проводов с конденсатором $C2$ и разомкнутой антенны. Конденсатор $C2$ и антенный провод следует экранировать. Конденсатор $C2$ должен быть снабжен верньером с заземлением не менее 1:20, иначе настройка на SSB станции окажется практически невозможной. Особое внимание следует обратить на механическую жесткость крепления платы к конденсатору $C2$, от этого будет зависеть стабильность частоты гетеродина.

Вместо конденсатора настройки можно использовать варикап. Схема включения варикапа показана на

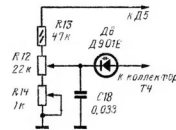


Рис. 3

рис. 3 в тексте. Механическая нестабильность гетеродина при этом сводится к минимуму. Настройка осуществляется основным потенциометром $R12$ и электрическим верньером $R14$.

Наладживание. Правильно собранный приемник начинает работать сразу. Режимы транзисторов усилителя уточняют подбором резисторов $R5$, $R7$ и $R9$. Напряжение на коллекторе транзистора $T1$ должно составлять 1,5—2 В, на коллекторах $T2$ и $T3$ — 4,5 В. Частоту гетеродина устанавливают с помощью любого приемника на диапазон 28—29,7 МГц.

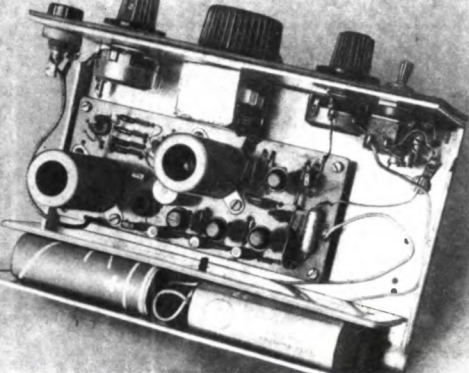
Дальнейшую настройку производят при приеме какой-либо станции или по сигналу ГСС. Перемещая отвод на катушке $L2$ ближе к коллектору транзистора $T4$, можно заметить, что сила сигнала приемника станции растет, поскольку увеличивается напряжение сигнала гетеродина. Одновременно возрастает и шум приемника за счет увеличения шума смесителя. Вначале шум растет медленнее, чем сигнал, и отношение сигнал/шум на выходе приемника увеличивается. Затем рост сигнала почти прекращается, и дальнейшее увеличение напряжения гетеродина приводит к ухудшению отношения сигнал/шум. Необходимо выбрать optimum.

Настройку контура катушки $L1C1$ в положение отводов катушки $L1$ регулируют по максимуму сигнала на выходе. Перемещение отводов с стороны заземленного конца улучшает избирательность входного контура, одновременно несколько снижая чувствительность.

Иногда, особенно при применении случайных антенн, может прослушиваться фон переменного тока. Он вызывается, как правило, наводками напряжения гетеродина на провода антенны и питания. В качестве мер борьбы с фоном можно рекомендовать экранировку приемника и применение коаксиального кабеля в качестве снижения антенны. При инициации приемника от сети напряжение на выходе выпрямителя должно быть хорошо сглаженным. Еще лучше питать приемник от батареи.

Хорошо налаженный приемник имеет чувствительность и избирательность, сравнимые с аналогичными параметрами СВЧ супергетеродинных приемников. При испытаниях приемника на пшаревую антенну были приняты сигналы азiateких, африканских, европейских и южноамериканских любительских станций. Приемник питался от мощного сетевого выпрямителя, стабилизированного стабилизатором ДБ13. Фон в прием от мощных АМ станций не наблюдался.

*) На переднюю панель приемника, показанного на фото, кроме оси конденсатора $C2$ выведены также оси электрического верньера (о нем будет сказано дальше) и регулятора усиления.



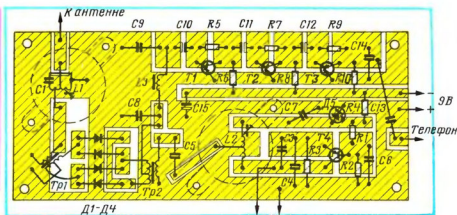
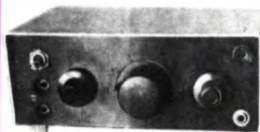
ПРИЕМНИК ПРЯМОГО

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

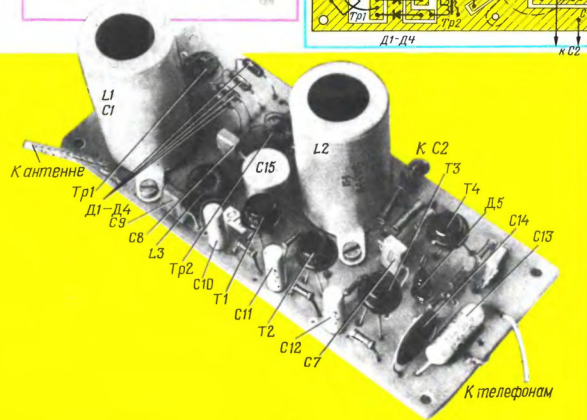
НА 28 МГц

Вид сверху со снятой крышкой.

Вид спереди.



Печатная плата.



Расположение
деталей на
печатной плате.

Как переделать приемник прямого преобразования («Радио», 1973, № 7, с. 15—16) на другие любительские диапазоны?

Приемник прямого преобразования можно переделать для работы в одном из диапазонов 10, 14, 20, 40, 80 м или же сделать его многодиапазонным. При этом рекомендуется видоизменить схему смесителя (см. рис. 5). Для упрощения на схеме показаны только катушки для одного диапазона. Обозначения деталей даны в соответствии со схемами, приведенными в статье.

Все катушки намотаны виток к витку на каркасах диаметром 10 мм и имеют карбонильные сердечники. При отсутствии сердечников параллельно каждой катушке рекомендуется включить подстроечный конденсатор емкостью 6—25 пФ. Намоточные данные катушек и емкости конденсаторов сведены в таблицу. Число витков уточняется при налаживании приемника. Отвод от катушки *L1* к антенне делается примерно от $\frac{1}{4}$ числа витков (от заземленного конца), а отвод к переключателю диапазонов *B1a* — от середины обмотки. Отвод от катушки *L2* также выполняется от середины обмотки.

Если избирательность входного контура окажется

недостаточной (наблюдаются помехи со стороны соседних по частоте радиовещательных станций), оба отвода катушки *L1* надо переместить ближе к заземленному концу.

В диапазоне 80 м необходимость в катушке *L1* отпадает. В этом случае колебательный контур, образованный первичной обмоткой трансформатора *Tr1* и конденсатором *C1*, настраивается подбором емкости *C1* на среднюю частоту диапазона, а антенна подключается к верхнему (по схеме) выводу первичной обмотки трансформатора через конденсатор емкостью 20—50 пФ.

Обмотки трансформатора *Tr1* намотаны на ферритовом кольце $K8 \times 4 \times 2$ (100НН). Первичная обмотка содержит 20 витков, а вторичная 10+10 витков провода ПЭЛШО 0,15—0,2.

В многодиапазонном приемнике необходимо хорошо экранировать входные цепи (ЛЦС). Можно использовать катушки с индивидуальными экранами либо разделить входные и гетеродинные цепи экранирующей перегородкой.

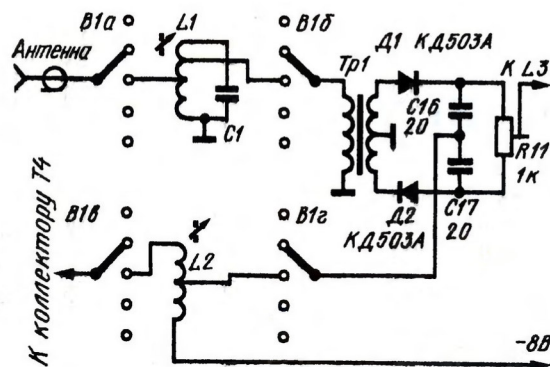


Рис. 5

Диапазон, м	L1		L2		C1 пФ
	Число витков	Марка и диаметр провода	Число витков	Марка и диаметр провода	
80	—	—	60	ПЭЛШО 0,15	180
40	35	ПЭЛШО 0,15	28	ПЭЛШО 0,15	110
20	17	ПЭЛ 0,5	17	ПЭЛ 0,5	51
14	9	ПЭЛ 0,7	9	ПЭЛ 0,7	51
10	7	ПЭЛ 0,7	7	ПЭЛ 0,7	51

