

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ «ОХОТЫ НА ЛИС»

В. БОРИСОВ,
В. ПОЛЯКОВ (РАЗААЕ)

Всего два полевых транзистора и пять биполярных понадобилось для постройки этого приемника-пеленгатора. Тем не менее чувствительность его, измеренная по напряженности поля электромагнитной волны, сравнительно высока — 13 мкВ/м (промышленный приемник «Лес» обладает меньшей чувствительностью — около 30 мкВ/м). Питается приемник от одной батареи 3336Л и потребляет ток 6...7 мА. Отдельного выключателя в приемнике нет — питание подается одновременно с подключением головных телефонов, на которые ведется прием.

Познакомимся с работой приемника по его принци-

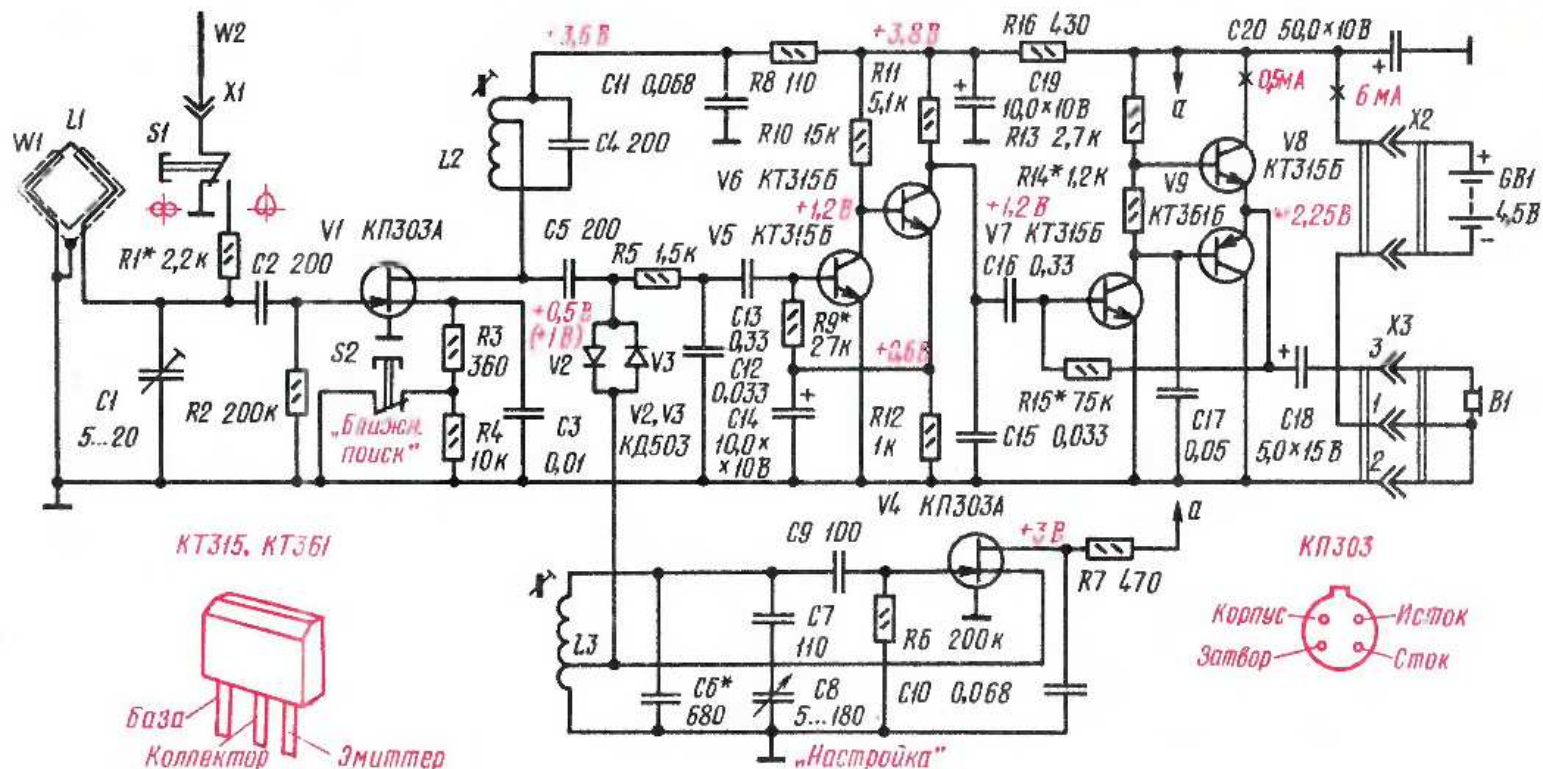
пиальной схеме (рис. в тексте). Приемник работает с двумя антеннами: рамочной W1 и штыревой W2. Рамочная антенна имеет диаграмму направленности в форме «восьмерки», а штыревая — круговую. При одновременном использовании обеих антенн их общая диаграмма принимает форму кардиоиды — с резко выраженным максимумом в одну сторону и минимумом в противоположную, что и необходимо для определения точного направления на «лису».

Катушка L1 рамочной антенны и конденсатор C1 образуют входной колебательный контур, настроенный на частоту 3,6 МГц — среднюю частоту диапазона, в кото-

ром работают все «лисы». Штыревую антенну подключают к контуру кнопкой S1.

Выделенный контуром телеграфный сигнал «лисы» поступает через разделительный конденсатор C2 на затвор полевого транзистора V1 однокаскадного усилителя колебаний высокой частоты. Большое входное сопротивление полевого транзистора практически не шунтирует входной контур и, следовательно, не ухудшает его добротность.

Роль нагрузки усилителя выполняет контур L2C4, включенный в стоковую цепь транзистора и настроенный, как и входной контур, на среднюю частоту диапазона. С него усиленный сигнал по-



ступает через конденсатор *C5* в цепь смесителя.

Чтобы во время ближнего поиска «лисы» ее сигнал не перегружал усилительный тракт, чувствительность приемника уменьшают скачкообразно кнопкой *S2* «Ближн. поиск». Пока контакты кнопки замкнуты и на затвор транзистора *V1* подается напряжение смещения, соответствующее падению напряжения только на резисторе *R3*, чувствительность приемника максимальная. При нажатии кнопки ее контакты размыкаются и в цепь истока включается еще резистор *R4*, сопротивление которого во много раз больше сопротивления резистора *R3*. В результате общее падение напряжения на них практически закрывает транзистор и усиление каскада снижается примерно в десять раз (на 20 дБ), что вполне приемлемо для ближнего поиска «лисы».

В гетеродине работает полевой транзистор *V4*. Колебательный контур состоит из катушки *L3* и конденсаторов *C6—C8*. Нижняя секция контурной катушки, включенная в истоковую цепь транзистора, выполняет роль катушки положительной обратной связи, благодаря которой каскад возбуждается и генерирует колебания высокой частоты.

Частота колебаний гетеродина должна быть вдвое меньше частоты входного сигнала и изменяться конденсатором переменной емкости *C8* от 1,75 до 1,825 МГц — тогда приемник будет перекрывать всю полосу частот диапазона 3,5 МГц.

Колебания гетеродина с истока транзистора подаются на встречно-параллельно включенные диоды *V2*, *V3* смесителя преобразовательного каскада. Возникающие в результате прямого преобразования сигнала колебания звуковой частоты подаются через низкочастотный фильтр *R5C12* на вход усилителя НЧ. Он собран на кремниевых транзисторах и состоит из четырех каскадов. Связь между транзисторами первых двух каскадов непосредственная — база транзистора *V6* второго каскада соединена с коллектором транзистора *V5* первого. Напряжение

смещения на базу транзистора *V5* снимается с эмиттерного резистора *R12* транзистора *V6*. Конденсатор *C14* шунтирует резистор *R12* по переменному току и устраняет отрицательную обратную связь, снижающую усиление каскадов.

С нагрузочного резистора *R11* усиленный сигнал подается через конденсатор *C16* на базу транзистора *V7* третьего каскада, а с его нагрузки, состоящей из резисторов *R13* и *R14*, на базы транзисторов *V8* и *V9* четвертого, выходного каскада. Транзисторы выходного каскада — разных структур, они включены эмиттерными повторителями и работают в режиме двухтактного усиления мощности. Транзистор *V8* (структуры *n-p-n*) усиливает положительные, а транзистор *V9* (*p-n-p*) отрицательные полуволны колебаний звуковой частоты. К выходу усилителя через резистор *R3* и конденсатор *C18* подключены головные телефоны *B1*.

Резистор *R15* создает между выходом усилителя и базой транзистора *V7* предоконечного каскада отрицательную обратную связь по постоянному и переменному токам, что улучшает частотную характеристику усилителя. Резистор *R14*, входящий в нагрузку транзистора *V7*, устраняет искажения типа «ступенька», особо ощутимые при слабых сигналах. Конденсаторы *C15* и *C17* замыкают на общий («заземленный») проводник наиболее высокочастотные колебания звукового диапазона и тем самым предотвращают самовозбуждение усилителя НЧ. Резисторы *R7*, *R8*, *R16* и конденсаторы *C10*, *C11* и *C19* образуют три развязывающих фильтра, устраняющие паразитные связи между блоками приемника через общий источник питания. Электролитический конденсатор *C20* шунтирует батарею питания по переменному току. Его роль особо сказывается при частичной разрядке батареи питания, когда ее внутреннее сопротивление переменному току увеличивается.

Конструкция, детали. Внешний вид описываемого приемника показан в заголовке статьи. Приемник смон-

тирован в корпусе размерами 210×65×32 мм (рис. Б на 4-й с. вкладки), изготовленным из листового алюминия толщиной 2 мм. Съемную крышку привинчивают к дюралюминиевым уголкам, прикрепленным к коротким стенкам корпуса. Если приемник взять в правую руку, то указательным и средним пальцами можно будет нажимать кнопки *S1* и *S2*, а большим пальцем (или левой рукой) вращать ручку настройки контура гетеродина.

Большая часть деталей приемника смонтирована печатным методом на плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 115×85 мм (рис. В на вкладке). Токонесущие площадки и проводники на плате, имеющие различную конфигурацию, образуют продольные и поперечные прорезы шириной 1...1,5 мм, сделанные острием ножа.

Катушка *L1* рамочной антенны (рис. А на вкладке) состоит из 6 витков монтажного провода с токонесущей жилой толщиной 0,5...0,8 мм, уложенного в полость незамкнутого металлического кольца *1* диаметром около 280 мм. Для кольца, являющегося экраном катушки, можно использовать отрезок медной или алюминиевой трубки диаметром 8...10 и длиной 940...950 мм, согнув его на болванке подходящих размеров. В средней части кольца (напротив прорези) сделайте овальное отверстие и закрепите через него кольцо в корпусе 6 винтом 5. Через это же отверстие укладывайте в полость трубки провод катушки. Кромки отверстий в корпусе уплотняйте вокруг кольца кернером, постукивая по нему молотком.

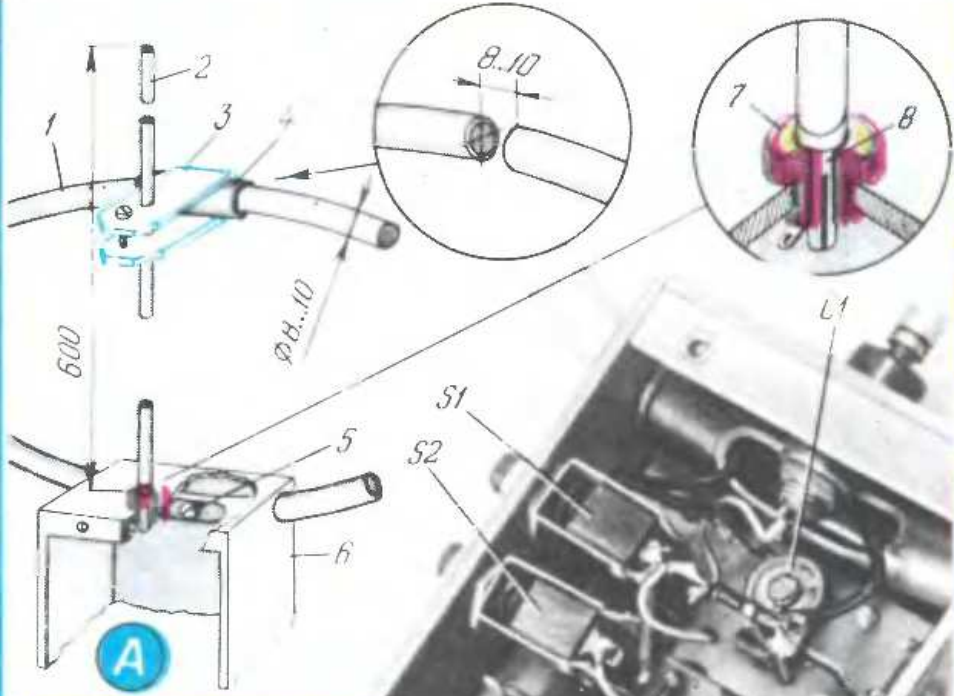
Штыревая антенна 2 представляет собой отрезок латунной или дюралюминиевой трубки диаметром 5...7 и длиной 550...600 мм. Однополюсной вилкой 8, впрессованной в трубку, штырь вставляют в предназначенное для него гнездо 7 (*X1*). В верхней части штырь скрепляют с торцами кольца рамочной антенны скобой 3 из органического стекла. Чтобы предотвратить попадание внутрь трубки влаги, открытую рабочую часть катушки рамочной антенны закрывают проклад-

уложенного в полость незамкнутого металлического кольца *1* диаметром около 280 мм. Для кольца, являющегося экраном катушки, можно использовать отрезок медной или алюминиевой трубки диаметром 8...10 и длиной 940...950 мм, согнув его на болванке подходящих размеров. В средней части кольца (напротив прорези) сделайте овальное отверстие и закрепите через него кольцо в корпусе 6 винтом 5. Через это же отверстие укладывайте в полость трубки провод катушки. Кромки отверстий в корпусе уплотняйте вокруг кольца кернером, постукивая по нему молотком.

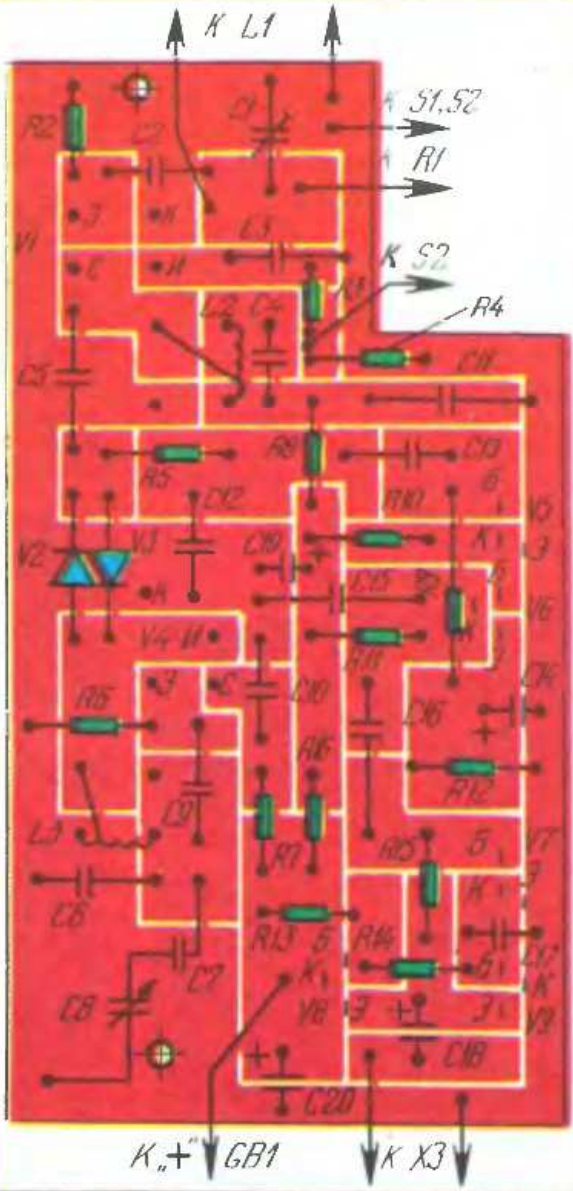
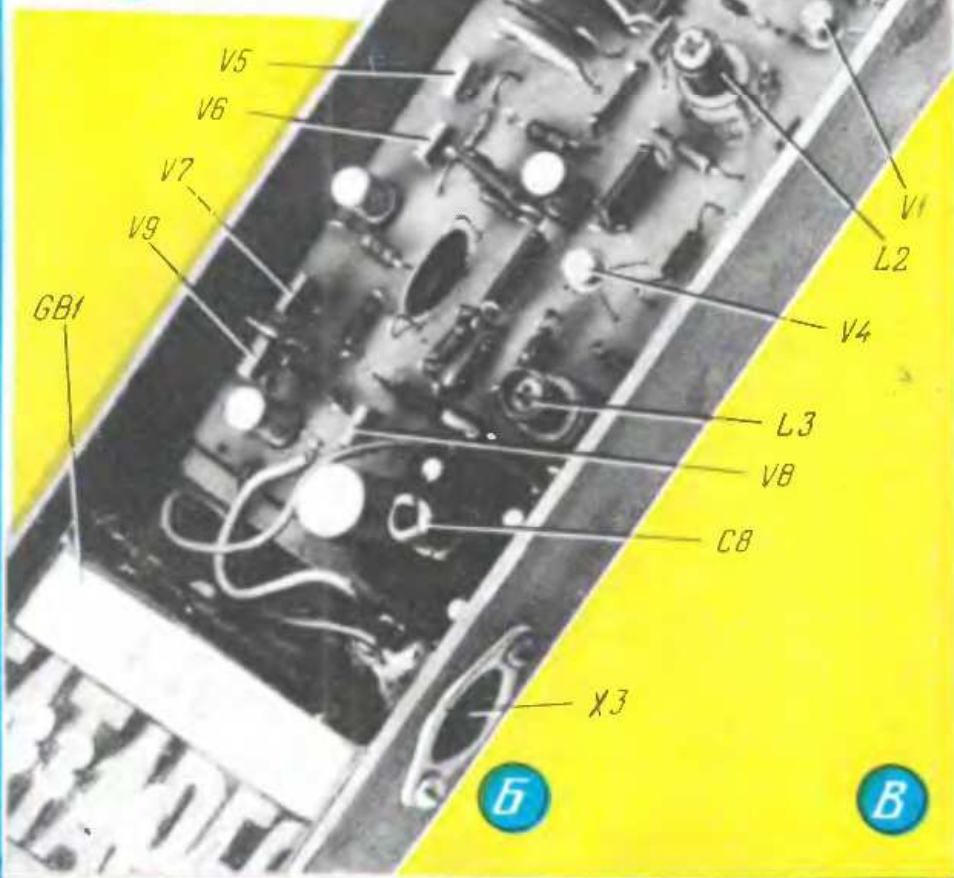
Штыревая антенна 2 представляет собой отрезок латунной или дюралюминиевой трубки диаметром 5...7 и длиной 550...600 мм. Однополюсной вилкой 8, впрессованной в трубку, штырь вставляют в предназначенное для него гнездо 7 (*X1*). В верхней части штырь скрепляют с торцами кольца рамочной антенны скобой 3 из органического стекла. Чтобы предотвратить попадание внутрь трубки 4 (в крайнем случае можно намотать 3...4 витка поливинилхлоридной изоляционной ленты).

Катушки *L2* и *L3* приемника намотаны проводом ПЭВ-1 0,12 на пластмассовых унифицированных четырехсекционных каркасах с подстроечниками из феррита 600НН диаметром 2,8 и длиной 12 мм. Такие каркасы используют для катушек гетеродинных контуров радиовещательных приемников. Катушка *L2* содержит 45 витков с отводом от 15-го витка, *L3* — 40 витков с отводом от 5-го витка, считая от «заземленного» вывода (нижний по схеме).

Кнопки *S1* и *S2* — типа КМ-1. Все резисторы могут быть МЛТ-0,25, МЛТ-0,125. Конденсатор переменной емкости *C8* — КП-180, он укреплен непосредственно на монтажной плате. Ось конденсатора удлинена, чтобы ручка со шкалой настройки, укрепленная на ней, была снаружи крышки корпуса. Подстроечный конденсатор *C1* — КПК-МН с максимальной емкостью 20...30 пФ, электролитические конденсаторы *C14*,



Устройство приемника прямого преобразования: А — антенны (1 — кольцо рамочной антенны; 2 — штыревая антенна; 3 — скоба; 4 — прокладка; 5 — винт; 6 — корпус приемника; 7 — гнездо; 8 — вилка); Б — размещение деталей в корпусе; В — печатная плата и схема соединений деталей.



C18 и *C20* — К50-6. Остальные конденсаторы могут быть типов К10, КД, КСО, КЛС, БМ.

Выход усилителя НЧ приемника низкоомный, поэтому подключаемые к нему головные телефоны могут быть как низкоомными (например, ТА-56м), так и высокоомными (ТОН-1, ТА-4).

Налаживание. Закончив монтаж, сверьте его с принципиальной схемой приемника и проверьте надежность всех контактов, соединений, крепление антенн, батареи питания. Все должно быть механически прочным, иначе приемник может подвести «лисолова» на соревнованиях. Прочистите все прорези монтажной платы резакон или острием ножа, а участок с деталями цепи затвора транзистора *V1*, кроме того, протрите тряпочкой, смоченной спиртом или ацетоном.

Включив питание, сразу же измерьте ток, потребляемый приемником от батареи (миллиамперметр можно включить между гнездами 1 и 2 разъема *X3* вместо вилки головных телефонов) — он не должен превышать 12 мА. Значительно больший ток может быть только из-за ошибки в монтаже, неисправности выходных транзисторов или электролитических конденсаторов.

Режимы работы транзисторов усилителя НЧ устанавливайте подбором резисторов *R9*, *R14* и *R15*. На это время конденсатор *C13* на входе усилителя можно отключить от фильтра *R5C12*. Ориентировочные напряжения на электродах транзисторов, указанные на принципиальной схеме, измерены вольтметром постоянного тока с относительным сопротивлением 10 кОм/В.

Сначала подбором резистора *R15* установите на эмиттерах транзисторов *V8* и *V9* напряжение, равное половине напряжения батареи пита-

ния, а затем подбором резистора *R14* — ток в коллекторной цепи транзистора *V8*. На время замены резистора *R14* питание выключайте, иначе выходные транзисторы могут выйти из строя. После этого подбором резистора *R9* установите режимы транзисторов *V5* и *V6*. Признаком работы усилителя может служить фон переменного тока, появляющийся в телефонах при касании базы транзистора *V5*.

Далее проверьте, работает ли гетеродин. Параллельно конденсатору *C10* подключите вольтметр постоянного тока, а затем замкните конденсатор *C6* кратковременно пинцетом или отрезком провода. Если гетеродин работает, то напряжение на конденсаторе *C10* должно изменяться.

Теперь, пользуясь генератором колебаний высокой частоты, надо установить границы полосы частот, перекрываемой конденсатором *C8* гетеродинного контура, и настроить контур *L2C4* усилителя ВЧ и контур *L1C1* рамочной антенны на частоту 3,6 МГц. Делайте это в такой последовательности. Восстановите соединение конденсатора *C13* с фильтром *R5C12*. Ротор конденсатора *C8* «Настройка» поставьте в положение средней емкости, а немодулированный сигнал генератора, настроенного на частоту 3,6 МГц, подайте на левый по схеме вывод конденсатора *C2*. Напряжение сигнала генератора не должно быть больше 1 мВ. Вращая подстроечник катушки *L3* контура гетеродина, добейтесь появления в телефонах звука средней тональности. Чем меньше уровень входного сигнала, тем четче будет прослушиваться в телефонах этот момент.

Может случиться, что добиться требуемой настройки только подстроечником не удастся. Причиной может быть недостаточная или

слишком большая индуктивность гетеродинной катушки. В таком случае перестройкой частоты генератора можно добиться появления звука в телефонах, по его шкале узануть удвоенную частоту гетеродина и таким образом определить, в какую сторону нужно изменять емкость конденсатора *C6* для достижения заданной настройки гетеродина.

Границы полосы частот гетеродина определяйте по сигналам генератора. Сигнал частотой 3,5 МГц (низкочастотная граница диапазона) должен прослушиваться при наибольшей емкости конденсатора *C8*, а сигнал частотой 3,65 МГц (высокочастотная граница) — при его наименьшей емкости. Чтобы полосу частот расширить (если это необходимо), емкость конденсатора *C7* увеличивают, а чтобы, наоборот, сделать ее более узкой, емкость уменьшают.

Затем переходите к настройке нагрузочного контура усилителя ВЧ и контура рамочной антенны. Сигнал от генератора частотой 3,6 МГц и амплитудой 100...200 мкВ подайте на вход приемника, обернув провод от генератора вокруг кольца рамочной антенны два-три раза (связь теперь будет индуктивной). Контур *L2C4* настраивайте подстроечником катушки *L2*, а контур рамочной антенны — подстроечным конденсатором *C1*. По мере настройки контуров на частоту 3,6 МГц чувствительность приемника и, следовательно, громкость звука в телефонах возрастают. Чтобы возможно точнее уловить момент резонанса, постепенно уменьшайте амплитуду сигнала. Настройку этих контуров на среднюю частоту диапазона можно считать законченной, если любое изменение положения подстроечника катушки *L2* или емкости конденсатора *C1* сопровождается снижением гром-

кости звучания телефонов. Если наибольшая емкость конденсатора *C1* окажется недостаточной для точной настройки рамочной антенны на частоту 3,6 МГц, подключите параллельно ему керамический или слюдяной конденсатор емкостью 30...47 пФ и повторите настройку.

Завершающий этап — настройка антенн приемника на кардиоиду. Делать это надо по немодулированным сигналам передатчика «лисы» с вертикальной антенной на открытом месте и на расстоянии от передатчика 100...150 м. Вблизи не должно быть зданий, железобетонных сооружений и линий электропередачи. Согласующий резистор *R1* замените на это время переменным или подстроечным резистором с номинальным сопротивлением 5...7,5 кОм. Включите питание, настройте приемник на сигнал передатчика и, поворачивая его вокруг вертикальной оси, убедитесь, что диаграмма направленности одной рамочной антенны имеет форму «восьмерки» — достаточно четко выражены острые углы симметричных минимумов. После этого направьте приемник плоскостью рамочной антенны возможно точнее на «лису», включите (кнопкой *S1*) штыревую антенну, а затем поверните приемник на 180°, чтобы сравнить громкость приема «лисы» с двух направлений. Направьте приемник на «лису» минимумом кардиоиды и переменным резистором добейтесь минимальной громкости приема. Остается измерить получившееся сопротивление переменного резистора и заменить его постоянным такого же сопротивления. После этого, пользуясь высокочастотным генератором, нужно проградуировать шкалу настройки приемника.

г. Москва

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ «ОХОТЫ НА ЛИС»

Статья о приемнике прямого преобразования, предназначенного для «охоты на лис» в диапазоне 3,5 МГц (см. «Радио», 1982, № 4, с. 49—52), привлекла внимание наших читателей. В редакцию поступают письма от радиолюбителей, желающих повторить эту конструкцию, с вопросами по возможной замене деталей и методике измерения чувствительности приемника по напряженности поля.

Редакция обратилась к авторам статьи В. Борисову и В. Полякову с просьбой ответить на эти вопросы.

Какие диоды, кроме КД503, можно применить в смесителе приемника? Главное требование, предъявляемое к диодам смесителя, — возможно малая их емкость. Этому требованию отвечают, например, кремниевые высокочастотные диоды КД509А, КД514А, КДС523А — КДС523Г. Они и заменят диоды серии КД503. Подойдут и диоды серий Д104—Д106, Д223, но чувствительность приемника с ними несколько ухудшится.

В крайнем случае в смесителе можно использовать германиевые диоды серий Д2, Д9, Д18, Д20, Д311, Д312, ГД507 с любым буквенным индексом. Но тогда смеситель следует дополнить RC-цепочками (рис. 1), повышающими эффективность работы диодов. Конденсаторы С' и С'' должны быть слюдяные или керамические.

Какие транзисторы, кроме указанных на схеме, пригодны для приемника? Вместо транзисторов КТ315Б можно использовать другие транзисторы этой же серии, а также серий КТ301, КТ312, КТ201 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 80.

Если не окажется транзистора серии КТ361 (по схеме — V9) для выходного

двухтактного каскада, целесообразнее собрать каскад на двух германиевых мало-

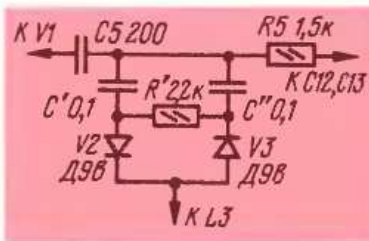


Рис. 1

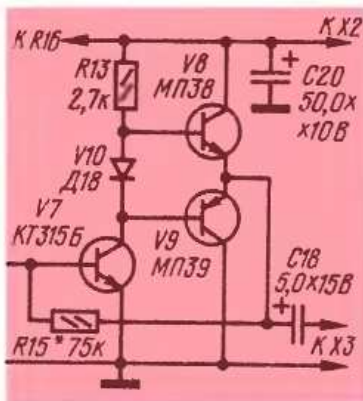


Рис. 2

мощных транзисторах соответствующей структуры (рис. 2): V8 — из серий МП35—МП38, V9 — из серий МП39—МП42.

Резистор R14, создающий на базах этих транзисторов напряжение смещения, при этом следует заменить диодом V10 серий Д2, Д9 или Д18. Незначительные искажения типа «ступенька», которые, возможно, при этом появятся, практически не скажутся на качестве звучания телефонов.

Напряжение на эмиттерах транзисторов выходного каскада, равное половине напряжения источника питания, устанавливайте подбором резистора R15.

Полевые транзисторы КП303А, работающие в усилителе высокой частоты (V1) и гетеродине (V4), можно заменить любыми другими транзисторами этой серии. Замена их биполярными транзисторами нецелесообразна из-за возможного ухудшения селективности и стабильности работы приемника.

Можно ли для питания приемника использовать «Крону» или аккумуляторную батарею 7Д-0,1? Можно, но при этом придется подобрать режим работы транзисторов фазоинверсного и выходного каскадов. Напряжение на эмиттерах выходного каскада устанавливайте подбором резистора R15, а ток покоя (2...3 мА) — подбором резистора R14. Если кремниевые транзисторы выходного каскада заменены германиевыми, а резистор R14 диодом, устанавливать ток покоя не придется.

При использовании нового

Возможна ли плавная регулировка громкости? Эту задачу нетрудно решить включением переменного резистора (R' на рис. 3) во входную цепь транзистора V7 фазоинверсного каскада. Резистор может быть типа СПО-0,15 или СПО-0,5 номинальным сопротивлением 15...20 кОм.

Как измерить чувствительность приемника по напряженности поля? Для этого потребуются генератор высокой частоты (ГСС), милливольтметр переменного тока и квадратная рамка со стороной 380 мм (рис. 4), согнутая из медной проволоки диаметром 3...5 мм. Основной рамки может быть крестовина из сухих древесных планок. Через согласующий резистор R, сопротивлением 75...82 Ом, который должен быть безындукционным (непроволочным), рамку подключают к выходу генератора ВЧ.

Сначала измерьте напряжение шума на выходе приемника. Для этого параллельно головным телефонам подключите милливольтметр переменного тока, включите питание и конденсатором настройки (C8) найдите в рабочем диапазоне (3,5...3,65 МГц) участок, в котором не прослушиваются работающие радиостанции и внешние помехи. Милливольтметр покажет напряжение шума. Нормальным можно считать напряжение шума 0,125...0,15 В для высокоомных телефонов или 0,025...0,05 В для низкоомных.

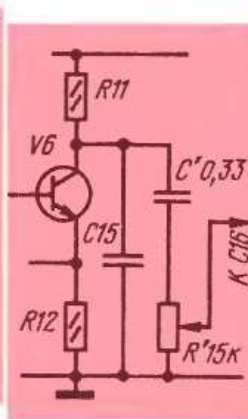


Рис. 3

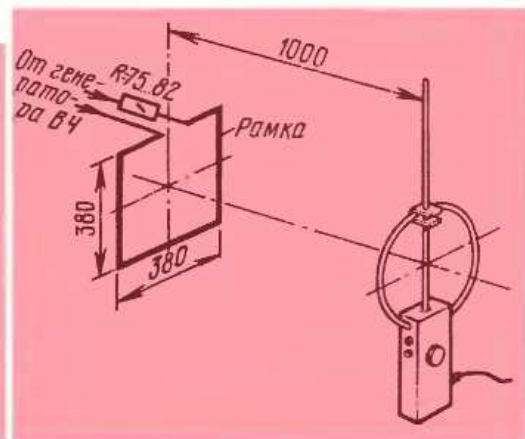


Рис. 4

источника питания выходной разъем ХЗ лучше разместить на нижней торцевой стенке корпуса — удобнее будет пользоваться приемником.

Затем, не изменяя настройки, разместите приемник относительно рамки так, чтобы плоскости рамки и рамочной антенны были параллельны,

а расстояние между их геометрическими центрами равнялось одному метру. Настройте генератор ВЧ на частоту приемника по максимальному напряжению на головных телефонах и установите аттенюатором генератора такое напряжение высоко-частотного сигнала, при кото-

ром на телефонах приемника будет напряжение в 10 раз больше напряжения шума. Это напряжение генератора и будет характеризовать чувствительность приемника по напряженности поля. К примеру, если выходное напряжение генератора оказалось равным 20 мкВ, чувст-

вительность приемника составит 20 мкВ/м.

Измеренная чувствительность приемника будет соответствовать отношению сигнал/шум 20 дБ. При отношении сигнал/шум 10 дБ (принятом для связанных приемников) значение чувствительности нашего приемника

будет, естественно, в 3,2 раза выше.

Более подробно методика и практика измерения чувствительности приемника «лисо-лова» по напряженности поля изложены в книге А. Гречихина «Соревнования «охота на лис» (М., ДОСААФ, 1973, 176 с.).