

# ПРИЕМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НА 28 МГц ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

В. ПОЛЯКОВ [РАЗААЕ]

Приемник, описание которого приведено в этой статье, предназначен для приема CW и SSB сигналов любительских радиостанций в частоте 29,3...29,6 МГц. Как известно\*, именно этот участок 10-метрового диапазона рекомендован для любительской связи через ретрансляторы, установленные на искусственных спутниках Земли (канал приема сигналов с борта спутника). Характеристики приемника позволяют использовать его с простыми антеннами для организации любительской связи через учебно-экспериментальные ИСЗ, находящиеся на круговых орбитах с высотой до 2000 км и имеющими бортовые ретрансляторы с выходной мощностью около 1 Вт.

пропускания около 300 кГц, а затем усиливается транзистором V1. В коллекторной цепи этого транзистора включен контур LC38, настроенный на частоту 29,45 МГц. Коэффициент усиления усилителя высокой частоты лишь немного превосходит единицу. Смысл же применения такого усилителя состоит в компенсации потерь в подосовом фильтре и в ослаблении прохождения сигнала гетеродина в антенну.

Смеситель приемника выполнен на диодах V4 и V5, включенных встречно-параллельно. На него подается принимаемый сигнал (с контура LC8) и напряжение гетеродина (с части катушки L4). В соответствии с принципом работы смесителя частота гетеродина уста-

тоту генерации. Напряжение питания гетеродина стабилизировано стабилитроном V7.

Низкочастотный сигнал, выделенный фильтром нижних частот LC9C10 с частотой среза 2,8 кГц, поступает на трехкаскадный усилитель НЧ на транзисторах V8—V10, V12, V13. Для повышения температурной стабильности усилитель собран на кремниевых транзисторах. Все три каскада через резисторы R7 и R11 охвачены отрицательной обратной связью по постоянному току.

Конечный усилитель мощности выполнен по схеме двухтактного эмиттерного повторителя на транзисторах V12, V13 разной структуры. Дiod V11 служит для создания небольшого начального смещения выходных транзисторов, что уменьшает искажения типа «ступенька». К выходу приемника можно подключать телефоны с сопротивлением не ниже 70...100 Ом или громкоговоритель для городской трансляционной сети. Низкоомные динамические головки можно подключать через согласующий трансформатор с соотношением числа витков обмоток приблизительно 5:1.

Регулировка усиления НЧ сигнала не предусмотрена, поскольку достаточно эффективно действует система АРУ. Цепь АРУ содержит выпрямитель (диоды V2, V3) и сглаживающую RC-цепочку (R2C5). Сигнал на выпрямитель АРУ поступает с выхода приемника через цепочку R13C7.

При питании от батареек (9 В) напряжение на стабилитроне V7 оказывается ниже рабочего и потребляемый ток резко уменьшается. Если приемник предполагается питать только от батарей, стабилитрон V7 можно не устанавливать.

В приемнике приняты меры по увеличению чувствительности и снижению уровня собственных шумов. На входе усилителя НЧ установлен малошумящий кремниевый транзистор КТ208. В смесителе применены малошумящие диоды с барьером Шоттки КД514А. Весь сигнальный тракт от входа смесителя до базы входного транзистора усилителя НЧ согласован по сопротивлению, что обеспечивает малые потери мощности сигнала. Сопротивление смесителя, характеристическое сопротивление фильтра нижних частот и входное сопротивление усилителя НЧ равны друг другу и составляют примерно 2 кОм.

Приемник вполне можно выполнить и без усилителя ВЧ, но это приведет к уменьшению избирательности преселектора. Кроме того, естественно, не будет работать система АРУ. Входную цепь в этом случае выполняю по схеме, показанной на рис. 1. Принятый антенной сигнал фильтруется Г-образным звеном полосового фильтра LC1LC2 и сразу поступает на смеситель. Полоса пропускания фильтра составляет 2...3 МГц. По сравнению с одиночным входным контуром фильтр обеспечивает значительно лучшее по-

## Технические характеристики

Диапазон принимаемых частот, МГц	29,3...29,6
Чувствительность при соотношении сигнал/шум 10 дБ, мкВ, не хуже	0,3
Входное сопротивление приемника, Ом	75
Селективность при расстройке на ±10 кГц, дБ, не хуже	35
Напряжение источника питания, В	12 (9)
Ток, потребляемый в отсутствие сигнала, мА, не более	20 (7)

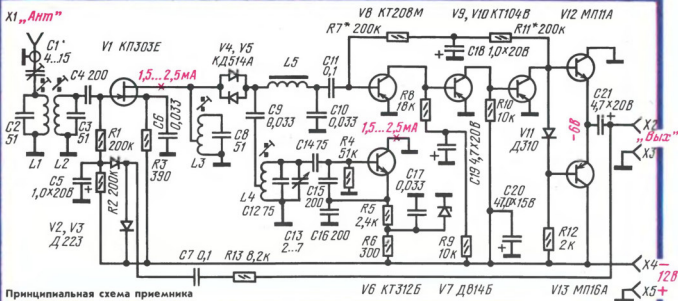
Принципиальная схема приемника приведена на 2-й с. вкладки. Он содержит усилитель ВЧ, диодный смеситель, гетеродин и усилитель НЧ.

Сигнал с антенны через согласующий конденсатор связи C1 поступает на двухконтурный полосовой фильтр LC2LC3 с полосой

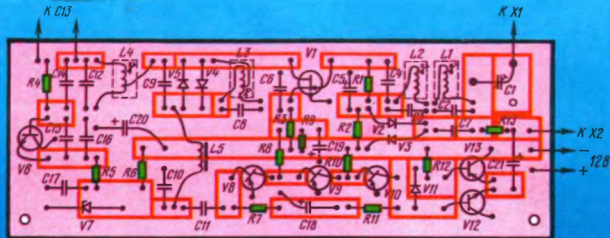
новлена вдвое ниже частоты принимаемого сигнала, т. е. 14,6...14,8 МГц.

Гетеродин приемника выполнен на транзисторе V6 по схеме емкостной трехточки, что обеспечивает повышенную стабильность частоты, благодаря сравнительно большой емкости конденсаторов C15 и C16, включенных параллельно переходу транзистора. Изменение емкостей переходов в этом случае мало влияет на час-

X1 „Ант”



Вид на печатную плату со стороны деталей



давление внедиапазонных сигналов и меньше потери в полосе пропускания. Благодаря автотрансформаторному соединению продольной (L6C1) и поперечной (L3C2) ветвей фильтра через отвод катушки L3 сопроти-

вступает расширить полосу и на второй половине пропилить лобиком щлиц, изготовив, таким образом, два построенка. Их длина составит при этом около 5 мм. Намоточные данные катушек приведены в таблице.

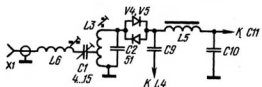


Рис. 1

ление антенны (75 Ом) трансформируется и согласуется со входным сопротивлением смесителя (2 кОм). Чувствительность приемника без усилителя ВЧ со входной цепью, построенной по схеме рис. 1, достигает 0,3...0,4 мкВ.

**Конструкция.** Монтаж приемника выполнен на печатной плате (см. вкладку) размерами 140×50 мм. Цветом на рисунке выделены дорожки, с которых удалена фольга.

В высокочастотных цепях приемника применены керамические конденсаторы. Конденсатор C13 — малогабаритный подстроечный с воздушным диэлектриком, содержащий одну подвижную и одну-две неподвижные пластины. Электролитические конденсаторы — К53-1, остальные — КЛС. Резисторы могут быть любых типов.

Контурные катушки L1—L4 и L6 наматывают на самодельных каркасах из органического стекла. Эскиз каркаса приведен на рис. 2. Для изготовления каркаса из пластины органического стекла толщиной 6 мм отрезают заготовку размерами 9×13 мм. В ней сверлят отверстие и нарезают резьбу М4. Излишки материала удаляют лобиком или ножовкой, и затем напильником придают рабочей части каркаса форму, близкую к цилиндрической. Катушки подстраивают сердечниками СЦР-4, взятymi от броневых сердечников СБ-12а. Каждый сердечник

Катушки наматывают виток к витку. Катушка L5 наматана на кольцевом сердечнике из феррита М1500НМ (типоразмер К12×8×6).

Катушка	Число витков	Провод
L1	7	ПЭЛШО 0,25
L2	7	ПЭЛШО 0,25
L3	2+5	ПЭЛШО 0,25
L4	4+8	ПЭЛШО 0,25
L5	400	ПЭЛШО 0,09
L6	14	ПЭЛШО 0,25

Можно использовать и другие сердечники с внешним диаметром от 10 до 20 мм, подкорректировав соответственно число витков. Оно должно быть обратно пропорционально корню квадратному из магнитной проницаемости. Например, если применен феррит М3000НМ, число витков следует уменьшить до 270. Диаметр кольца влияет на индуктивность слабее, однако при использовании кольца больших размеров число витков следует несколько уменьшить.

Транзистор КП303Е в приемнике можно заменить на КП303Д или КП303Г. Дiodы V2, V3 — любые кремниевые. В смесителе можно применить с несколько худшим результатом КД503А, КД503Б или КД5С23. В гетеродине можно использовать транзисторы КТ312 и КТ315 с любыми буквенными индексами.

Усилитель НЧ можно выполнить и на германиевых низкочастотных транз-

исторах П27А, П28 (V8), МП39—МП42 (V9, V10 и V13), МП9—МП11, МП37 (V12). В этом случае лишь несколько ухудшится термостабильность. Чтобы получить достаточное усиление по низкой частоте, коэффициент  $h_{21Э}$  транзисторов V8—V10 должен быть не менее 60...80. В данном низкочастотном усилителе не следует применять высокочастотные транзисторы, так как в этом случае часто наблюдается трудноустраняемое самовозбуждение на частотах порядка десятков — сотен килогерц. Дiod V11 — любой маломощный кремниевый.

Конструктивный оформление приемника может быть любым, важно лишь разместить конденсатор C13 в непосредственной близости от контура гетеродина. Конденсатор присоединяют к контуру короткими жесткими проводниками.

Н а л а ж и в а н и е приемника начинают с проверки режимов транзисторов. Напряжение на эмиттерах транзисторов V12 и V13 должно быть равно половине напряжения питания. Этого добиваются подбором резисторов R7 и R11. Никакого другого налаживания усилитель НЧ обычно не требует. Токи транзисторов V1, V6 устанавливают резисторами R3 и R4. Частоту генерации гетеродина устанавливают сердечником катушки L4. Частоту контролируют резонансным волномером или градуированным КВ приемником.

Затем следует проверить чувствительность приемника без усилителя ВЧ, временно отсоединив вывод стока транзистора V1 от катушки L3. Если присоединить к верхнему выводу катушки L3 через конденсатор связи емкостью 3...5 пФ наружную антенну, должен прослушиваться «шум эфира» и можно принимать сигналы любительских станций. Контур L3/С8 при этом настраивают по максимальной громкости приема. Для достижения максимальной чувствительности следует подобрать напряжение гетеродина на диодах смесителя, регулируя положение

отвода катушки L4. В некоторых пределах напряжения гетеродина можно также изменить, регулируя соотношение емкостей конденсаторов C12 и C14. Например, увеличение емкости конденсатора C12 при соответствующем уменьшении емкости конденсатора C14 вызывает уменьшение амплитуды колебаний при неизменной их частоте.

Налаживание усилителя ВЧ сводится к настройке контуров L1C2, L2C3 и L3C8 в резонанс по максимуму шума на выходе приемника при подключенной антенне. Если усиление высокочастотного усилителя слишком велико (амплитуда шума на выходе приемника с подключенной антенны превосходит 0,5 В) или

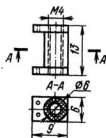


Рис. 2

наблюдается самовозбуждение усилителя, отвод катушки L3 следует переместить ближе к заземленному выводу или зашунтировать эту катушку резистором. При приеме слабых сигналов любительской станции следует подобрать положение ротора конденсатора связи C1, одновременно подстраивая контур L1C2 в резонанс, по максимуму отношения сигнал/шум на выходе приемника.

При налаживании входной цепи приемника без усилителя ВЧ, выполненной по схеме рис. 2, контуры L6C1 и L3C2 настраивают в резонанс по максимальной громкости приема. Изменяя положение отвода катушки L3, добиваются максимального отношения сигнал/шум при приеме сигналов слабых станций.

г. Москва