

3288  
Г67



В. И. ГОРБАТЫЙ  
ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ  
УКВ РАДИОСТАНЦИИ  
НА ТРАНЗИСТОРАХ



UA1MC  
RB5WAA  
UC2AAB  
UK3AAC  
UA4NM



32.98

ГГ

МАССОВАЯ  
РАДИО  
БИБЛИОТЕКА

Выпуск 978

В. И. ГОРБАТЫЙ

ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ УКВ  
РАДИОСТАНЦИИ  
НА ТРАНЗИСТОРАХ

313008



Сурхендарьский район  
ОБЛАСТНАЯ БИБЛИОТЕКА  
им. Гоголя

МОСКВА  
«ЭНЕРГИЯ» 1978

ББК32.840

6Ф2.19

Г 67

УДК 621.396.72

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Берг А. И., Белкин Б. Г., Борисов В. Г., Ванеев В. И., Геништа Е. Н., Гороховский А. В., Демьянов И. А., Ельяшкевич С. А., Жеребцов И. П., Корольков В. Г., Смирнов А. Д., Тарасов Ф. И., Чистяков Н. И.

**Горбатый В. И.**

Г 67 Любительские УКВ радиостанции на транзисторах. — М.: Энергия, 1978. — 80 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 978).

40 к.

Книга содержит описание узлов радиостанций, работающих в диапазонах 144—146, 430—440 и 1215—1300 МГц. Приведены принципиальные схемы приемников, передатчиков и даны рекомендации по их сборке и налаживанию.

Книга рассчитана на радиолюбителей-конструкторов.

Г  $\frac{30403-399}{051(01)-78}$  132-78

ББК32.840

6Ф2.19

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние годы полупроводниковые приборы — транзисторы, диоды, варикапы и варакторы — все в большей степени вытесняют электронные лампы из любительских приемных и передающих устройств УКВ диапазона. Транзисторные радиостанции имеют ряд преимуществ перед ламповыми конструкциями. В первую очередь сюда следует отнести малые габариты и массу транзисторных радиостанций, высокий коэффициент полезного действия. Это особенно важно для УКВ радиостанций, нередко эксплуатируемых в полевых условиях с питанием от автономных источников (например, в соревнованиях «Полевой день»). Транзисторные конструкции почти не требуют предварительного прогрева — они готовы к работе сразу после включения. Еще одно достоинство таких радиостанций — низкое напряжение источников питания, делающее безопасными изготовление станций и повседневную работу с ними.

Успехи отечественной электроники по разработке и выпуску высокочастотных полупроводниковых приборов позволяют в настоящее время создавать простые высококачественные радиостанции для основных освоенных любительских УКВ диапазонов 144, 430 и 1215 МГц без применения электровакуумных приборов.

В этой книге читателям предлагается описание радиостанции, отмеченной дипломом первой степени на 27-й Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ.

Напомним, что настройка и эксплуатация радиостанций требуют соответствующего разрешения Государственной инспекции электросвязи СССР. За изготовление, хранение и использование радиопередающих устройств без такого разрешения владельцы устройств несут ответственность. Порядок получения разрешений на любительскую передающую аппаратуру изложен в «Инструкции о порядке регистрации и эксплуатации любительских приемопередающих радиостанций индивидуального и коллективного пользования».

Если настоящая книга поможет радиолюбителям овладеть основами, необходимыми для создания приемно-передающей УКВ аппаратуры, то автор будет считать свою задачу выполненной.

Автор будет благодарен за замечания, которые помогут ему в дальнейшей работе по улучшению книги.

Отзывы следует направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., д. 10, изд-во «Энергия», Массовая радиобиблиотека.

*Автор*

## **СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ УКВ РАДИОСТАНЦИЙ**

Проектирование любительской радиостанции начинают с определения тех технических характеристик, которым должны соответствовать ее приемный и передающий тракты. К основным техническим характеристикам любительской радиостанции относятся диапазоны рабочих частот (один или несколько любительских УКВ диапазонов); виды работ (телефон — АМ, ЧМ, SSB; телеграф); чувствительность приемника (на каждом диапазоне); избирательность приемника по соседнему и зеркальному каналу; динамический диапазон приемника; стабильность частоты плавного гетеродина (гетеродинов) приемника; требования к ручной и автоматической регулировкам в приемнике; номинальная выходная мощность приемника; выходная мощность передатчика (или мощность, подводимая к оконечному каскаду); стабильность частоты излучаемого передатчиком сигнала; уровень побочных (внеполосных) излучений передатчика.

Кроме того, естественно, задаются элементная база (транзисторы, микросхемы и т. д.), вид питания (сеть, аккумуляторы), целый ряд конструктивных требований по технике безопасности.

Как видно, технические требования, предъявляемые к любительским радиостанциям, самые разнообразные. Конкретные характеристики радиостанций каждый ультракоротковолновик устанавливает исходя из своих задач, соответствующей элементной базы и опыта.

Первый этап в создании радиостанции — определение ее структурной схемы. Ниже мы рассмотрим три основные структурные схемы любительских УКВ радиостанций.

### **УКВ РАДИОСТАНЦИИ С ПЕРЕДАТЧИКАМИ НА ФИКСИРОВАННУЮ ЧАСТОТУ**

Поставим цель — построить любительскую радиостанцию, которая удовлетворяла бы следующим требованиям:

1. Виды работ (телефон — АМ, ЧМ; телеграф).
2. Диапазоны частот: 144—146, 432—434, 1296—1298 МГц.
3. Коэффициент шума приемника в диапазоне 144—146 МГц не хуже 2 кТ<sub>0</sub>, в диапазоне 432—434 МГц не хуже 2,5 кТ<sub>0</sub>, в диапазоне 1296—1298 МГц — не регламентируется.
4. Сквозная полоса пропускания радиочастотного тракта приемника — 3—3,5 кГц.
5. Избирательность приемника по соседнему каналу — 70 дБ.
6. Номинальная выходная мощность приемника 0,36 Вт (3 В на нагрузке 25 Ом).

7. Обеспечение АРУ, изменения напряжения на выходе приемника не более чем на 6 дБ при изменении напряжения на его входе на 50 дБ.

8. Ручная регулировка усиления по ВЧ и НЧ.

9. Долгосрочная (в течение 1 ч) стабильность частоты передающего устройства при комнатной температуре  $+22^{\circ}\text{C}$  должна быть не хуже  $5 \cdot 10^{-6}$ .

10. Выходная мощность передающего устройства в диапазоне 144 МГц — 4 Вт, в диапазоне 432 МГц — 2 Вт, в диапазоне 1295 МГц — 0,8 Вт.

11. Элементная база: полевые и биполярные транзисторы.

12. Контроль выходной мощности передающего устройства.

13. Питание радиостанции — от сети  $220 \text{ В} \pm 10\%$  или от аккумулятора напряжением 20 В.

Один из вариантов структурной схемы приемника, удовлетворяющего предъявленным требованиям, приведен на рис. 1.

Для обеспечения высокой чувствительности на всех трех диапазонах и мгновенного перехода с диапазона на диапазон УКВ приемник должен состоять из трех отдельных конвертеров и интерполяционного КВ приемника. Как видно из структурной схемы, в УКВ приемнике на диапазонах 144 и 430 МГц происходит двойное преобразование частоты, а на 1215 МГц — тройное.

Переход с диапазона на диапазон производится подачей напряжения питания на соответствующий конвертер. На диапазоне 1215 МГц напряжение питания подают одновременно на конвертеры диапазонов 144 и 1215 МГц.

Рассмотрим прохождение сигнала при работе УКВ приемника на диапазоне 1215 МГц. Сигнал с антенны поступает на усилитель высокой частоты (УВЧ) и далее на смеситель  $СМ$ . Одновременно на смеситель подается сигнал гетеродина  $f_{гет} = 1152 \text{ МГц}$ . На выходе смесителя выделяется сигнал разностной частоты 144 МГц, который поступает на вход конвертера диапазона 144 МГц. В нем происходят дальнейшее усиление сигнала и преобразование его на вторую промежуточную частоту. Для этого на смеситель  $СМ_1$  подается сигнал первого гетеродина  $f_{гет1} = 140 \text{ МГц}$ . На выходе смесителя  $СМ_1$  выделяется сигнал первой промежуточной частоты 4—6 МГц.

Независимо от того, на каком диапазоне работает УКВ приемник, на вход интерполяционного приемника либо с конвертера на 144 МГц, либо с конвертера на 432 МГц поступает сигнал первой промежуточной частоты 4—6 МГц.

В интерполяционном приемнике сигнал подается на усилитель промежуточной частоты (УПЧ<sub>1</sub>), а затем на смеситель  $СМ_2$ . На его выходе выделяется сигнал второй промежуточной частоты (8,3 МГц), поступающий на УПЧ<sub>2</sub> и УПЧ<sub>3</sub>, где и происходит основное усиление сигнала.

В приемнике имеются амплитудный и частотный детекторы, а при работе в телеграфном режиме включается третий гетеродин.

Продетектированный сигнал усиливается усилителем низкой частоты, нагрузкой которого служат низкоомные телефоны.

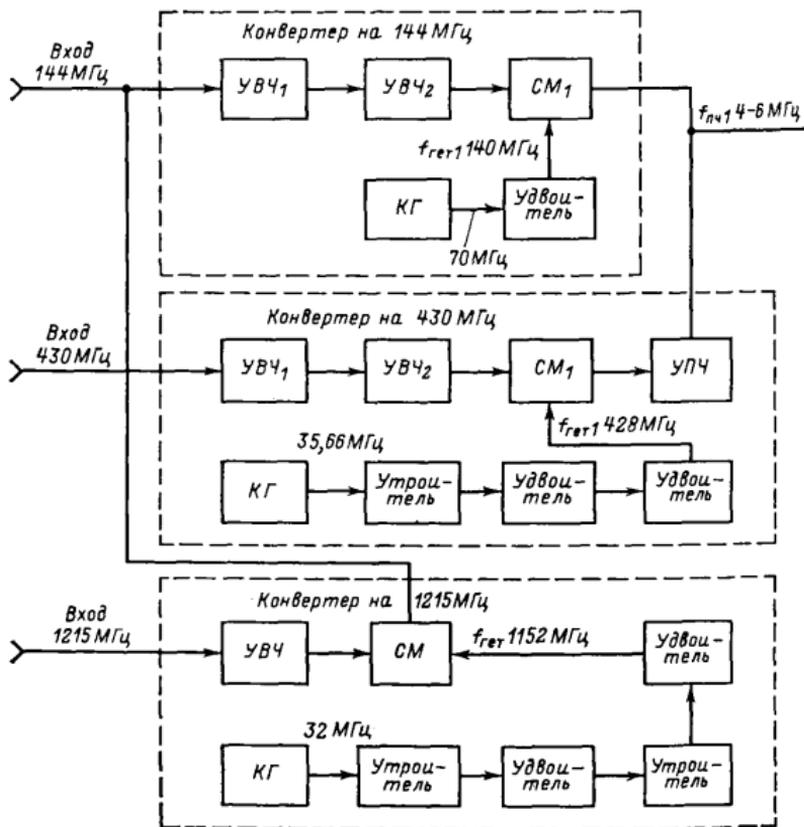
Для получения требуемого коэффициента шума в УВЧ конвертеров на диапазоне 144 МГц следует применять полевые транзисторы КП303, на диапазоне 432 МГц — транзисторы ГТ341 и на диапазоне 1296 МГц — ГТ341 или ГТ362.

Необходимая избирательность в приемнике обеспечивается высокочастотным кварцевым фильтром.

Структурная схема передатчика приведена на рис. 2. Он состоит из базового передатчика на диапазоне 144 МГц и двух утроителей частоты для работы в диапазонах 430 и 1215 МГц. Такой метод является наиболее простым и вполне удовлетворяет любительским требованиям.

Чтобы обеспечить требуемую стабильность частоты в задающем генераторе, применена кварцевая стабилизация. Изменение частоты передатчика производится заменой кварца в задающем генераторе. Каскады умножения и усиления широкополосны и не требуют дополнительной подстройки при смене кварца.

Кварцевый генератор работает на частоте 36 МГц. При отсутствии резонатора на 36 МГц можно применять генератор, работающий на третьей или пятой механической гармонике. Сигнал 36 МГц поступает на удвоители. Сформированный сигнал частотой 144 МГц усиливается по напряжению двухкаскадным услителем и подается на усилитель мощности, а с него — через антенное реле на антенну.



Усилитель мощности необходимо собирать на высокочастотных транзисторах КТ904 или КТ907. В промежуточных каскадах следует применять транзисторы ГТЗ11 или КТЗ16, во втором усилителе двухкаскадного усилителя — КТ606 или КТ911. Задающий генератор является одним из самых важных узлов. Практика показала, что лучше всего собирать его на полевых транзисторах КП303, КП305. Настройка таких генераторов проще, чем генераторов, выполненных на биполярных транзисторах.

В случае, когда передатчик должен работать на диапазоне 432 МГц, сигнал 144 МГц подается на утроитель. Самый простой утроитель можно выполнить на варикапе, например на КВ106. В этом случае к. п. д. утроителя будет около 50%.

Аналогично работает и утроитель на 1296 МГц. При включении передатчика на диапазон 1296 МГц сигнал частотой 144 МГц поступает сначала на утроитель на 432 МГц, а затем на утроитель на 1296 МГц.

Для осуществления амплитудной модуляции сигнал низкой частоты (от микрофона) усиливается и подается одновременно на второй усилитель двухкаскадного усилителя и усилитель мощности.

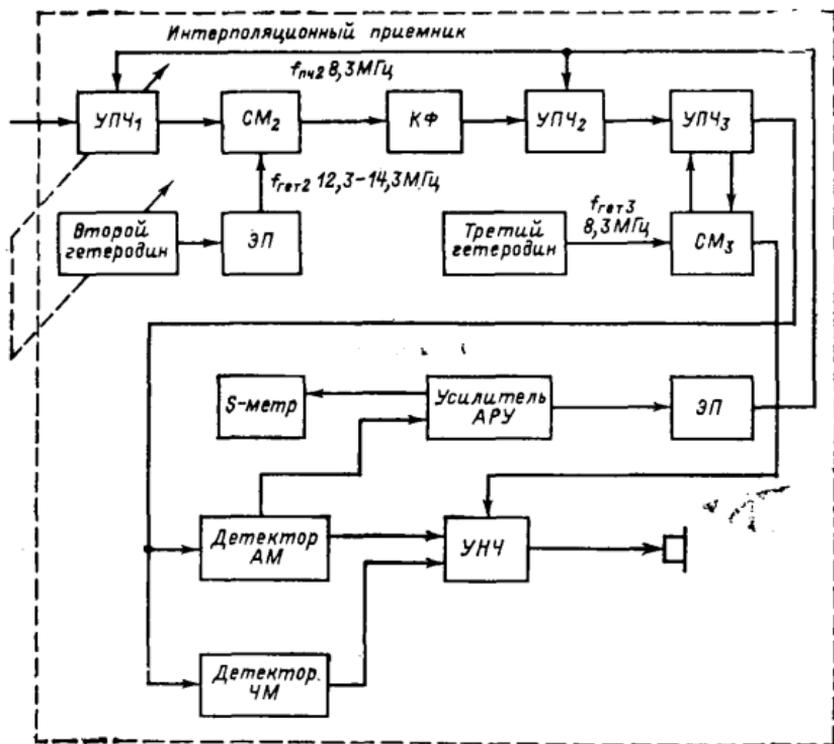


Рис. 1.

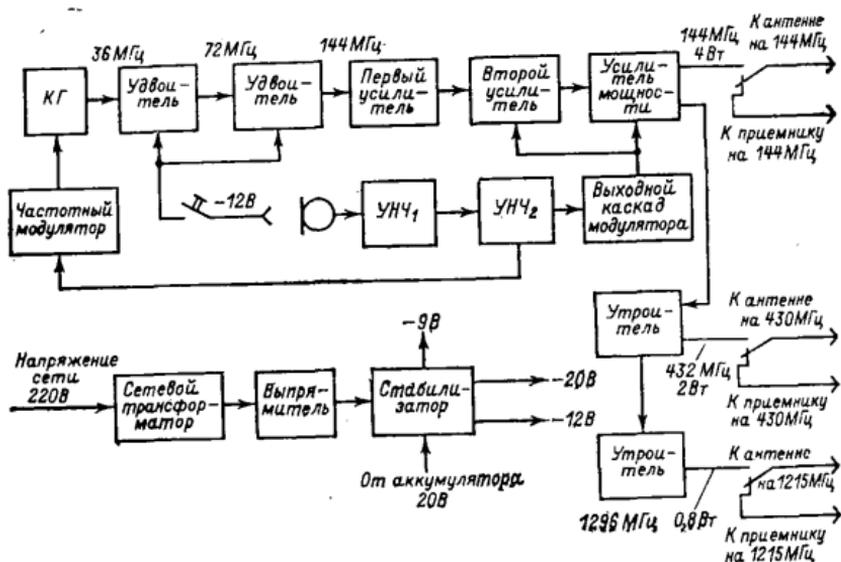


Рис. 2.

Промодулированный высокочастотный сигнал поступает на антенну 144 МГц или на утроители.

Частотная модуляция осуществляется в задающем генераторе с помощью варикапа.

При работе телеграфом манипуляция производится в первом и втором удвоителях частоты.

### УКВ РАДИОСТАНЦИИ С ПЛАВНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТЫ ПЕРЕДАТЧИКОВ

Одним из самых существенных недостатков УКВ радиостанции, структурная схема которой описана в предыдущем параграфе, является отсутствие плавной перестройки частоты передатчика. Это создает определенные трудности при работе в эфире, поскольку в настоящее время большинство корреспондентов слушает ответные вызовы только на своей частоте.

Рассмотрим вариант радиостанции на диапазоне 144 и 430 МГц с плавной перестройкой гетеродина в передатчике. При конструировании зададимся следующими техническими характеристиками радиостанции:

1. Виды работы (телефон — АМ, ЧМ; телеграф).
2. Диапазоны частот: 144—146, 432—438 МГц.
3. Коэффициент шума приемника не хуже 4 кГц.
4. Сквозная полоса пропускания высокочастотного тракта приемника — от 100 Гц до 3 кГц (плавное изменение).
5. Избирательность приемника по соседнему каналу — 85 дБ.
6. Номинальная выходная мощность приемника 0,36 Вт (3 В на нагрузке 25 Ом).

7. АРУ должно обеспечивать изменение напряжения на выходе приемника не более чем на 6 дБ при изменении напряжения на его входе на 50 дБ.

8. Перестройка приемника должна производиться с помощью первого гетеродина.

9. Передатчик должен иметь плавное изменение рабочей частоты.

10. Элементная база: полевые и биполярные транзисторы и интегральные микросхемы.

11. Питание радиостанции должно осуществляться от аккумулятора напряжением 27 В.

Структурная схема приемного тракта радиостанции, отвечающего этим требованиям, приведена на рис. 3.

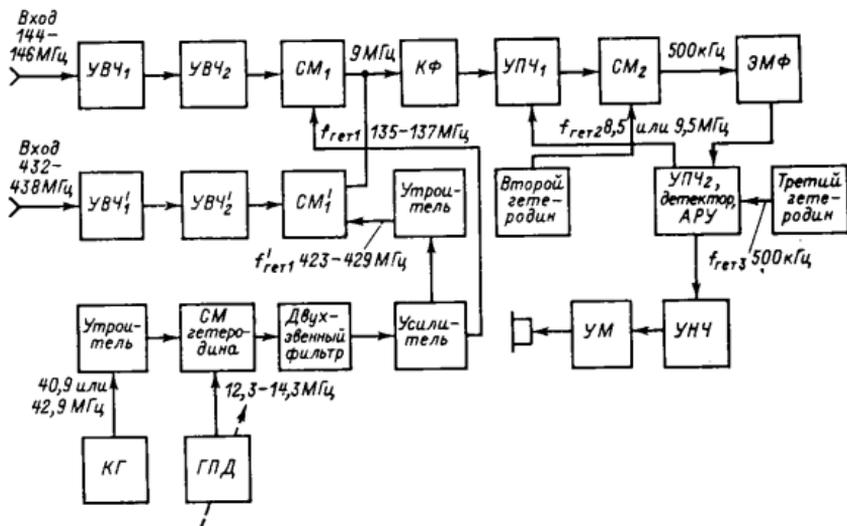


Рис. 3.

В приемнике предусмотрены отдельные усилители высокой частоты и смесители для диапазонов 144 и 430 МГц. В зависимости от того, на каком диапазоне должен работать приемник, подается питание на соответствующие каскады.

Первый гетеродин выполнен по интерполяционной схеме, причем практически все его каскады используются при работе на обоих диапазонах. Он состоит из кварцевого генератора с утроителем частоты, генератора плавного диапазона (ГПД), смесителя гетеродина, усилителя сигнала и еще одного утроителя, который используется только на диапазоне 430 МГц.

Генератор плавного диапазона работает в диапазоне 12,3—14,3 МГц. При этом обеспечивается перекрытие диапазонов 144—146 и 432—438 МГц. Сигнал от ГПД подается на смеситель гетеродина, куда одновременно поступает и ВЧ напряжение от кварцевого генератора. Рабочая частота этого генератора зависит от диапазона. На диапазоне 144 МГц используется кварцевый резонатор на 40,9 МГц (т. е. на смеситель гетеродина поступает сиг-

нал с частотой 122,7 МГц), а на 430 МГц — резонатор на 42,9 МГц (на смеситель гетеродина поступает сигнал с частотой 128,7 МГц).

Таким образом, на диапазоне 144 МГц на выходе смесителя гетеродина будет сформирован сигнал частотой 135—137 МГц, который после усиления поступает на основной смеситель приемника  $СМ_1$ , используемый на этом диапазоне. При работе на диапазоне 430 МГц на выходе смесителя гетеродина выделяется сигнал частотой 141—143 МГц. Он также усиливается, а затем подается на утроитель. С утроителя сигнал частотой 423—429 МГц поступает на смеситель  $СМ'_1$ .

Независимо от того, на каком диапазоне работает приемник, на выходе смесителя получается сигнал первой промежуточной частоты — 9 МГц. Он поступает на кварцевый фильтр (КФ), затем усиливается и подается на  $СМ_2$ .

Второй гетеродин может работать на частоте 8,5 МГц или на частоте 9,5 МГц. В любом случае на выходе  $СМ_2$  электромеханический фильтр выделит сигнал второй промежуточной частоты 500 кГц, который усиливается, детектируется и поступает на усилитель низкой частоты (УНЧ, УМ), а затем на телефоны. Прием телеграфных станций обеспечивает третий гетеродин.

Для достижения высокой чувствительности в диапазоне 144—146 МГц в УВЧ необходимо применять полевые транзисторы КП303, КП305 или транзисторы ГТ329, ГТ341, а в диапазоне 432—438 МГц — транзисторы ГТ329, ГТ341, ГТ362.

В УНЧ можно применить интегральную микросхему К2УС371, добавив для обеспечения низкого выходного сопротивления двухтактный выходной каскад.

Изменение сквозной полосы пропускания приемного устройства от 100 Гц до 3 кГц происходит следующим образом. Допустим, что полоса пропускания кварцевого фильтра 4 кГц при номинальной частоте 9 МГц, а полоса пропускания электромеханического фильтра 3,5 кГц при номинальной частоте 502 кГц. Для того, чтобы оба фильтра пропустили сигнал с полосой 3,5 кГц, необходимо выполнить следующее условие:  $f_{п.ч1} \pm f_{п.ч2} = f_{гет2}$ , т. е. частота второго гетеродина может быть 8498 или 9502 кГц. Если изменять эту частоту, то будет происходить сдвиг полосы пропускания электро-

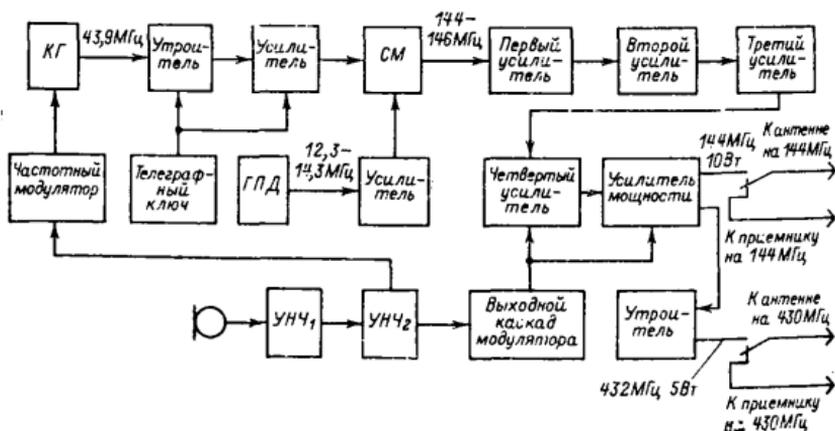


Рис. 4.

механического фильтра относительно полосы пропускания кварцевого. Результирующая сквозная полоса пропускания будет меняться. При изменении частоты второго гетеродина больше чем на  $\pm 4$  кГц сигнал не пройдет через рассматриваемый высокочастотный тракт.

Усилитель второй промежуточной частоты (УПЧ<sub>2</sub>), детектор и усилитель АРУ можно выполнить на интегральной микросхеме К2ЖА372. В этом случае сигнал АРУ с микросхемы также подают и на УПЧ<sub>1</sub>.

Структурная схема передатчика этой радиостанции приведена на рис. 4.

Плавное изменение частоты передатчиков при сохранении достаточно высокой стабильности обеспечивается применением задающего генератора, выполненного по интерполяционной схеме. Он состоит из ГПД, перекрывающего участок 12,3—14,3 МГц, и опорного генератора на 131,7 МГц. На выходе смесителя выделяется сигнал, лежащий в диапазоне 144—146 МГц. Дальнейшее усиление сигнала производится с помощью предварительных четырех каскадов и окончательного усилителя мощности. Затем сигнал через антенное реле поступает на антенну. Для получения сигнала частотой 432—438 МГц утроняют утроняют на варикапе.

Амплитудная и частотная модуляции осуществляются так же, как и в передатчике, который описан в предыдущем параграфе, а манипуляция — в утроняте и усилителе кварцевого генератора.

## УКВ ТРАНСИВЕРЫ

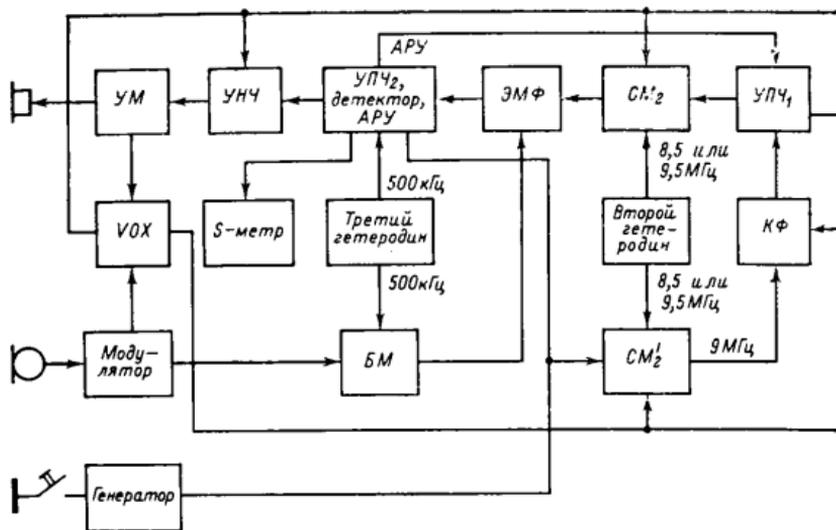
Трансиверный режим работы приемно-передающих радиостанций, при котором обеспечивается синхронная перестройка по частоте приемника и передатчика, получил широкое распространение на коротких волнах. Преимущества работы на трансиверах (или на отдельных приемниках и передатчиках, допускающих работу в трансиверном режиме) очевидны, но на ультракоротких волнах трансиверы пока широкого распространения не получили. Следует подчеркнуть, что использование одного из наиболее перспективных для дальних связей на УКВ видов модуляции — однополосного (SSB) — практически невозможно без трансиверного режима работы.

Радиостанцию, описание которой приведено в предыдущем параграфе, легко перевести в трансиверный режим работы, поскольку как приемник, так и передатчик имеют интерполяционные гетеродины.

Для обеспечения этого режима ГПД передатчика отключают, а вместо него подают сигнал частотой 12,3—14,3 МГц от ГПД приемника. Точное совпадение частот приема и передачи обеспечивают подгонкой частот кварцевых генераторов приемного и передающего устройств. В таком варианте радиостанция будет работать в трансиверном режиме в диапазонах 144 и 430 МГц.

Можно реализовать трансиверный режим и в радиостанции, приемник которой выполнен по схеме рис. 1, а передатчик — по схеме рис. 4. Здесь также сигнал ГПД приемника подают вместо сигнала ГПД передатчика, однако в этом случае трансиверный режим работы будет обеспечен только на диапазоне 144 МГц.

Наибольшую экономию в компонентах, габаритах, массе радиостанции обеспечивают специально сконструированные УКВ трансиверы.



Поэтому поставим задачу построить УКВ трансивер, отвечающий следующим техническим требованиям:

1. Виды работ (телефон — SSB; телеграф).
2. Диапазон частот 144—146 МГц.
3. Коэффициент шума не хуже 4 кТ<sub>0</sub>.
4. Избирательность по соседнему каналу — 85 дБ.
5. Сквозная полоса пропускания — от 100 Гц до 3 кГц (изменяется плавно).
6. Элементная база: полевые и биполярные транзисторы, интегральные микросхемы.
7. Питание трансивера — от аккумулятора напряжением 27 В.

Структурная схема одного из вариантов трансивера приведена на рис. 5. Сигнал с антенны через  $УВЧ_1$  и  $УВЧ_2$  подается на  $СМ_1$ . Сюда же поступает и сигнал от первого гетеродина (135—137 МГц). Этот гетеродин выполнен по интерполяционной схеме (опорный генератор на 122,7 МГц, ГПД перекрывает диапазон 12,3—14,3 МГц).

На выходе  $СМ_1$  стоит КФ (полосой пропускания 4 кГц) на частоту 9 МГц. Сигнал промежуточной частоты усиливается и подается на  $СМ_2$ . На его выходе применен электромеханический фильтр (ЭМФ) на 500 кГц. Основное усиление сигнала осуществляется по второй промежуточной частоте. Для восстановления несущей в последний каскад  $УПЧ_2$  подмешивается сигнал от третьего гетеродина. После детектирования сигнал поступает на УНЧ.

В режиме передачи SSB-сигнала сигнал НЧ с микрофона усиливается и подается на балансный модулятор (БМ). На него же поступает сигнал опорного генератора (500 кГц). Сформированный DSB-сигнал через ЭМФ, выделяющий верхнюю боковую полосу, поступает на  $УПЧ_2$ , а затем на  $СМ'_2$ .

На  $СМ'_2$  подается ВЧ напряжение от второго гетеродина (8,5 или 9,5 МГц). В любом случае на его выходе выделяется сигнал частотой 9 МГц, он усиливается каскадом  $УПЧ_1$  и посту-

сторы  $T_5$  собран удвоитель частоты. Сигнал гетеродина с контура  $L_7C_{19}$  через конденсатор  $C_9$  подается на второй затвор смесителя.

Для облегчения установки режима смесителя по постоянному току в цепи затворов включены подстроечные резисторы  $R_5$  и  $R_8$ . В стоковую цепь смесителя включен контур  $L_4C_{11}$ , настроенный на частоту 29 МГц. Напряжение сигнала ПЧ снимается с катушки связи  $L_5$ .

Намоточные данные катушек приведены в табл. 1.

Конвертер собран на шасси с размерами  $210 \times 57 \times 32$  мм, изготовленном из листовой латуни толщиной 1 мм. Расположение элементов в отсеках показано на рис. 7.

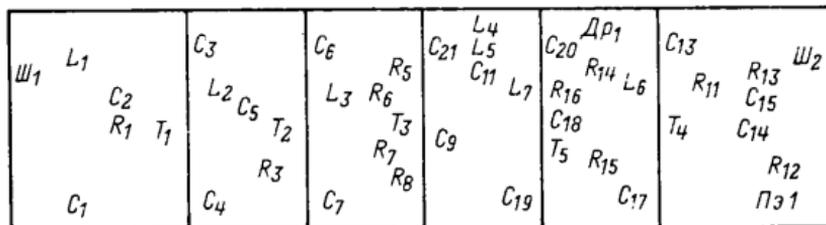


Рис. 7.

Конденсаторы  $C_1, C_{17}, C_{19}$  — 1КПВМ;  $C_4, C_7$  — КТ2-17;  $C_3, C_6, C_{13}, C_{20}$  — КТП;  $C_{12}, C_{18}$  — КДО;  $C_{10}, C_{21}$  — КЛС;  $C_2, C_5, C_8, C_9, C_{11}, C_{14}, C_{15}, C_{16}$  — КТ-1. Все резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт, кроме  $R_5, R_8$  — СПО-0,5.

При отсутствии транзисторов КП303Г можно применить транзисторы КП303В, КП303Д, КП303Е. Транзистор КП306Б можно заменить транзисторами КП350. Транзисторы ГТ311Б и ГТ311Ж — транзисторами ГТ311 с любым буквенным индексом.

Таблица 1

Обозначение по схеме	Число витков	Отвод	Провод	Намотка
$L_1$	5	$\frac{3}{4};$	Посеребренный 1,0 мм	Бескаркасная, $\varnothing$ 10 мм
$L_2$	6	$1\frac{1}{4};$		
$L_3$	6	4,5		
$L_4$	14	2		
		—	ПЭВ-1 0,35 мм	Бескаркасная, $\varnothing$ 8 мм Виток к витку на каркасе $\varnothing$ 6,5 мм, длиной 25 мм с ферритовым сердечником $\varnothing$ 4 мм, $l = 12$ мм, $\mu = 600$
$L_5$	5	—	ПЭЛШО 0,27 мм	
$L_6$	15	5 и 7	Посеребренный 0,7 мм	Поверх $L_4$ Бескаркасная, $\varnothing$ 8 мм
$L_7$	7	1 и 2		

Примечание. Отводы указаны от нижнего по схеме вывода катушки.

Порядок настройки конвертера — такой же, как и у конвертера на полевых транзисторах (см. с. 16—20).

Конвертер на полевых транзисторах позволяет принимать сигналы любительских УКВ радиостанций в диапазоне 144—146 МГц [2]. Он рассчитан на работу с приемником, имеющим диапазон 4—6 МГц и входное сопротивление 75 Ом. Коэффициент шума конвертера составляет 2 кТ<sub>0</sub>. Полоса пропускания тракта ВЧ конвертера по уровню 0,7 около 3 МГц. При напряжении питания 9 В он потребляет ток 25 мА. Конвертер прост по конструкции, несложен в настройке.

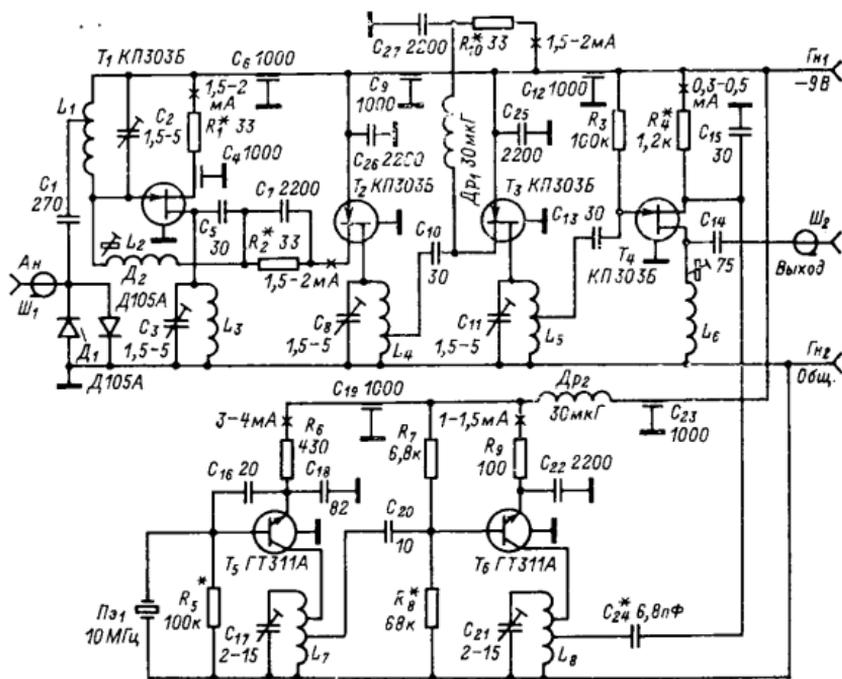


Рис. 8.

Принципиальная схема конвертера приведена на рис. 8. Он состоит из УВЧ (транзисторы  $T_1$ — $T_3$ ), смесителя ( $T_4$ ), гетеродина ( $T_5$ ,  $T_6$ ). УВЧ — трехкаскадный, на полевых транзисторах. Первый каскад выполнен по схеме с общим истоком, а второй и третий — по схеме с общим затвором. С помощью катушки  $L_2$  осуществляется нейтрализация действия емкости сток — затвор  $C_{сз}$  первого транзистора. Катушки выбирают такой индуктивности, чтобы на частоте усиливаемого полезного сигнала привести в резонанс контур  $L_2C_{сз}$ . Сопротивление контура  $L_2C_{сз}$ , включенного между истоком и затвором, при резонансе становится большим, в результате чего ослабляется действие обратной связи через емкость  $C_{сз}$ .

Смеситель выполнен на полевом транзисторе  $T_4$ , включенном по схеме с общим истоком. Напряжение сигнала подается в цепь затвора смесителя, а напряжение гетеродина в цепь истока. В сто-

ковую цепь смесителя включен колебательный контур, который состоит из катушки индуктивности  $L_6$  и включенных последовательно конденсатора  $C_{14}$  и входного сопротивления приемника  $R_{вх}$ . Контур настроен на частоту 5 МГц и благодаря шунтирующему действию  $R_{вх}$  имеет широкую (около 2 МГц) полосу пропускания.

Гетеродин конвертера — двухкаскадный. Задающий генератор выполнен на транзисторе  $T_5$  по схеме с параллельным резонансом кварца. В нем использован кварцевый резонатор на частоту 10 МГц. В коллекторной цепи транзистора  $T_5$  включен контур  $L_7C_{17}$ , который настроен на седьмую гармонику кварца (70 МГц).

313008

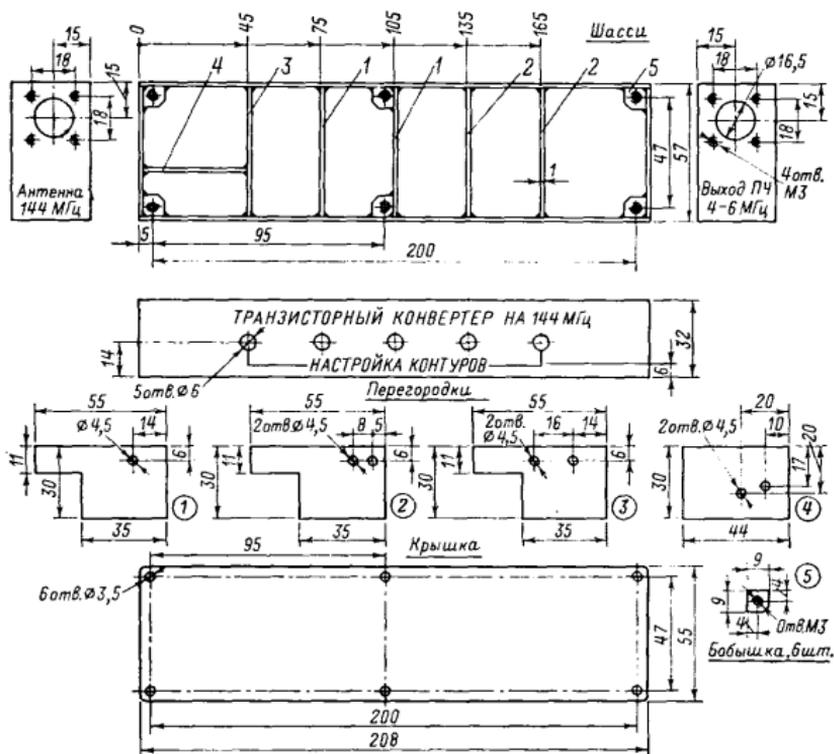


Рис. 9.

Второй каскад гетеродина на транзисторе  $T_6$  собран по схеме с общим эмиттером. В коллекторную цепь транзистора включен контур  $L_8C_{21}$ , настроенный на частоту 140 МГц. С этого контура сигнал гетеродина через конденсатор  $C_{24}$  поступает в цепь истока транзистора смесителя.

Конвертер собран на шасси с размерами  $210 \times 57 \times 32$  мм, изготовленном из листового латуни толщиной 1 мм (рис. 9). Шасси разделено на отсеки перегородками, на которых установлены проходные и опорные конденсаторы. Подстроечные конденсаторы (за

исключением  $C_2$ ) установлены на передней стенке шасси, а высокочастотные разъемы — на боковых стенках. Распределение элементов по отсекам приведено на рис. 10. Монтаж конвертера — объемный.

При монтаже необходимо уделять особое внимание минимальной длине выводов конденсаторов, транзисторов, резисторов.

$C_6$	$C_9$	$C_{12}$	$L_6$ $C_{23}$	$DP_2$ $C_{19}$	
$L_1$ $C_2$	$L_2$	$L_4$ $DP_1$	$L_5$	$L_8$ $T_6$	$L_7$ $T_5$
$D_1$ $D_2$ $C_4$ $T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$		
$L_3$ $C_3$	$C_{26}$	$C_8$ $C_{25}$	$C_{11}$	$C_{21}$	$C_{17}$ $PT_1$

Рис. 10.

Конденсаторы  $C_1$  — КЛС;  $C_5, C_7, C_{10}, C_{13}, C_{14}, C_{15}, C_{16}, C_{18}, C_{20}, C_{24}$  — КТ-1;  $C_6, C_9, C_{12}, C_{19}, C_{23}$  — КТП;  $C_4, C_{22}, C_{25}, C_{26}$  — КДО;  $C_2, C_3, C_8, C_{11}, C_{17}, C_{21}$  — КТ2-17. Все резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт. Высокочастотные разъемы ( $Ш_1, Ш_2$ ) — СР-75-166Ф.

Намоточные данные катушек приведены в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение по схеме	Число витков	Отвод	Провод	Намотка
$L_1$	7	5,5	Посеребренный 0,7 мм	Бескаркасная с внутренним $\varnothing$ 7 мм На каркасе $\varnothing$ 6,5 мм, $l=25$ мм с латунным сердечником $\varnothing$ 5 мм, $l=12$ мм
$L_2$	18	—	ПЭВ-1 0,41 мм	
$L_3$	7	—	Посеребренный 0,7 мм ПЭВ-1 0,12 мм	Бескаркасная с внутренним $\varnothing$ 7 мм На каркасе $\varnothing$ 6 мм, длиной 25 мм с ферритовым сердечником $\varnothing$ 4 мм, $l=12$ мм, $\mu=1000$
$L_4$	7	1,5		
$L_5$	6	2,5		
$L_6$	70	—		
$L_7$	14	8 и 9	Посеребренный 0,7 мм	Бескаркасная с внутренним $\varnothing$ 7 мм
$L_8$	7	4 и 6		

Примечание. Отводы указаны от нижнего по схеме вывода катушки.

При отсутствии транзисторов КП303Б можно применить транзисторы серии КП303 с любым буквенным индексом. Транзисторы ГТ311А также можно заменить транзисторами серии ГТ311.

Режимы транзисторов, указанные на принципиальной схеме (рис. 8), измерены в отсутствие сигнала и при отключенном кварцевом резонаторе  $Пэ_1$ .

Настройку конвертера проводят в следующей последовательности: смеситель, гетеродин и УВЧ. При настройке смесителя гетеродин конвертера отключают, а выход конвертера подключают к коротковолновому (КВ) приемнику. На затвор смесителя через конденсатор емкостью 1000 пФ подают сигнал от антенны. Приняв КВ приемником какую-нибудь станцию вблизи частоты 5 МГц, настраивают контур  $L_6$  с помощью сердечника так, чтобы громкость приема была максимальной (АРУ в основном приемнике должна быть выключена).

Гетеродин конвертера настраивают с помощью генератора и ВЧ вольтметра. Вместо вольтметра можно использовать волномер. Сначала отключают кварц и на базу транзистора  $T_5$  подают сигнал амплитудой около 100 мВ и частотой 70 МГц. Конденсатором  $C_{17}$  настраивают контур  $L_7C_{17}$  в резонанс по максимуму ВЧ напряжения на базе транзистора  $T_6$ . Аналогично настраивают второй каскад гетеродина на частоту 140 МГц (с помощью конденсатора  $C_{21}$ ), подключив вольтметр к истоку  $T_4$ . Восстановив схему гетеродина, добиваются получения максимальной амплитуды колебаний, подбирая отводы от катушек  $L_7$ ,  $L_8$  и подстраивая конденсаторы  $C_{17}$ ,  $C_{21}$ . Частоту гетеродина контролируют волномером или электронным частотомером.

Настройку конвертера УВЧ можно осуществить с помощью измерителя частотных характеристик (ИЧХ) или генератора с ВЧ вольтметром. Рассмотрим настройку УВЧ с помощью ИЧХ. На исток транзистора  $T_3$  через емкость 1000 пФ подают напряжение от генератора качающейся частоты (ГКЧ), а гнездо  $Ш_2$  конвертера соединяют с входом измерителя ИЧХ. На экране ЭЛТ добиваются изображения амплитудно-частотной характеристики. Конденсатором  $C_{11}$ , а при необходимости и изменением расстояния между витками катушки  $L_5$  настраивают контур  $L_5C_{11}$  на частоту 145 МГц.

При настройке второго каскада УВЧ напряжение от ГКЧ подают на исток транзистора  $T_2$ , а при настройке первого каскада — на гнездо  $Ш_1$  конвертера. Резонансную частоту контуров  $L_1C_2$ ,  $L_3C_3$  и  $L_4C_8$  первоначально также устанавливают 145 МГц, а затем добиваются необходимой полосы пропускания УВЧ расстройкой контуров  $L_4C_8$ ,  $L_5C_{11}$  относительно частоты 145 МГц.

При настройке катушки  $L_2$  отключают резистор  $R_1$  и, вращая сердечник катушки  $L_2$ , добиваются минимального ВЧ напряжения на выходе конвертера. Затем припаивают резистор  $R_1$  вновь и еще раз подстраивают контуры  $L_1C_2$ ,  $L_3C_3$ .

Для получения максимального коэффициента усиления необходимо тщательно подобрать отводы у катушек  $L_1$ ,  $L_4$ ,  $L_5$ . В случае самовозбуждения УВЧ рекомендуется уменьшить емкость конденсаторов  $C_{10}$ ,  $C_{13}$  или изменить отводы катушек  $L_4$ ,  $L_5$ .

В заключение измеряют коэффициент усиления УВЧ. Он должен быть 35—40 дБ.

Проверку коэффициента шума конвертера производят совместно с КВ приемником по методике, изложенной в конце книги. Следует отметить, что коэффициент шума конвертера в большой степени зависит от правильности настройки катушки  $L_2$  и оптимального согласования конвертера с генератором шума (антенной) и от амплитуды напряжения гетеродина на истоке транзистора  $T_4$ .

Оптимального согласования добиваются подбором отвода катушки  $L_1$ , а необходимую амплитуду напряжения гетеродина устанавливают, подбирая отвод у катушки  $L_8$  и емкость конденсатора  $C_2$ .

Конвертер на двухзатворных полевых транзисторах позволяет принимать сигналы любительских радиостанций в диапазоне 144—146 МГц. Он рассчитан на работу со связным приемником, имеющим диапазон 28—30 МГц и входное сопротивление около 100 Ом. Питается конвертер от стабилизированного источника 9 В. Потребляемый ток — около 15 мА.

Применение двухзатворных полевых транзисторов в УВЧ и смесителе дало возможность создать конвертер с малым коэффициентом шума и с хорошими характеристиками для работы в усло-

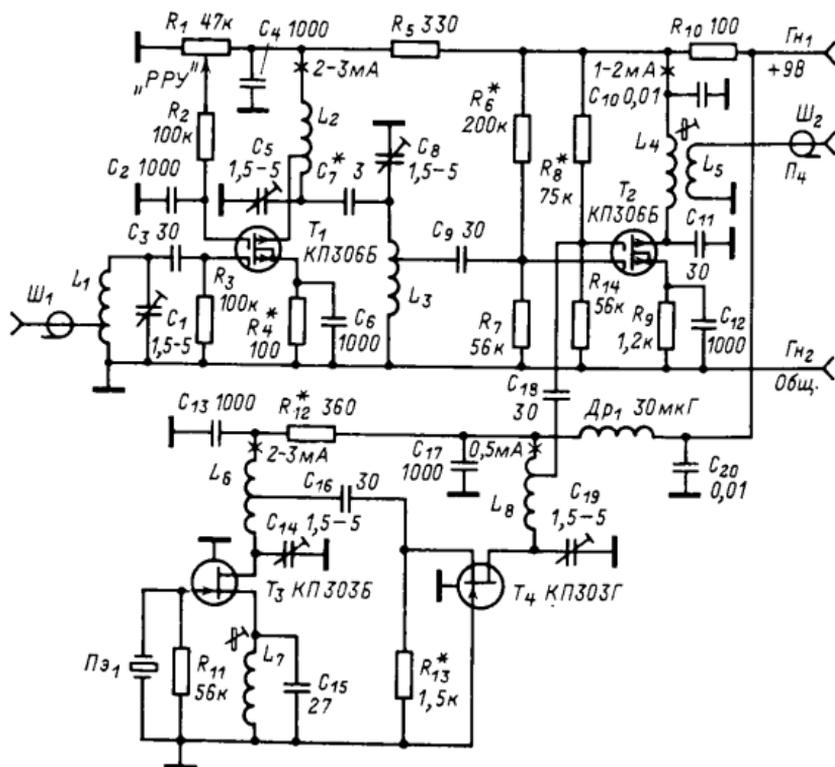


Рис. 11.

виях перекрестных помех, избежать применения цепей нейтрализации в УВЧ.

Принципиальная схема конвертера показана на рис. 11. Он состоит из УВЧ, смесителя и гетеродина. Усилитель высокой частоты собран на двухзатворном полевом транзисторе  $T_1$ . Сигнал с антенны поступает на первый затвор. Нагрузкой усилителя является двухзвенный фильтр  $L_2C_5, L_3C_8$  с емкостной связью между контурами. Коэффициент усиления этого каскада изменяют потенциометром  $R_1$  ( $РРУ$  — ручная регулировка усиления), с помощью которого меняется напряжение на втором затворе полевого транзистора.

Смеситель конвертера также собран на двухзатворном полевом транзисторе ( $T_2$ ). Напряжение сигнала подается в цепь первого затвора, а напряжение гетеродина в цепь второго затвора. Режим транзистора устанавливают подбором резисторов  $R_6$  и  $R_8$ . Нагрузкой смесителя является контур  $L_4C_{11}$ , настроенный на частоту 29 МГц. Напряжение сигнала ПЧ снимается с катушки связи  $L_5$ .

Гетеродин конвертера выполнен на двух полевых транзисторах  $T_3$  и  $T_4$ . В задающем генераторе (он собран на транзисторе  $T_3$ ) использован кварцевый резонатор на частоту 38,667 МГц. В цепи истока транзистора  $T_3$  включен колебательный контур  $L_7C_{15}$ , настроенный на частоту, близкую к частоте кварцевого резонатора, а в цепи стока транзистора  $T_3$  — контур  $L_6C_{14}$ , настроенный на ча-

$Ш_1$	$C_4$	$R_5$	$R_{10}$	$C_{20}$ $L_4$	$R_{12}$ $C_{13}$	$L_7$ $Ш_2$
$L_1$	$R_2$	$L_2$	$R_6$	$R_{10}$ $L_5$ $C_{17}$	$L_6$	$L_7$ $Ш_2$
$C_3$	$C_2$		$R_8$	$C_{10}$ $C_{11}$ $L_8$	$L_6$	$C_{15}$
	$T_1$		$T_2$	$C_{18}$	$C_{16}$	$T_3$
$C_1$	$C_6$	$C_5$	$R_7$ $C_{12}$		$T_4$ $C_{16}$	
	$R_3$ $R_4$		$R_{14}$ $R_9$		$R_{13}$ $C_{14}$	$R_{11}$
			$C_8$	$C_{19}$		$ПЗ1$

Рис. 12.

стоту 116 МГц. Буферный усилитель выполнен на транзисторе  $T_4$  нагрузкой которого является контур  $L_8C_{19}$ , также настроенный на частоту 116 МГц. Сигнал гетеродина снимается с отвода от катушки индуктивности  $L_8$ .

Этот конвертер, так же как и предыдущий, собран на шасси с размерами  $210 \times 57 \times 32$  мм, изготовленном из листовой латуни толщиной 1 мм (см. рис. 9). Все опорные и проходные конденсаторы установлены на перегородках. Подстроечные конденсаторы помещены на передней стенке шасси. Высокочастотные разъемы установлены на боковых стенках. Резистор  $R_1$  устанавливают на передней панели радиостанции или на боковой стенке шасси.

Расположение элементов по отсекам приведено на рис. 12. Монтаж конвертера — объемный.

Конденсаторы  $C_1$ ,  $C_5$ ,  $C_8$ ,  $C_{14}$ ,  $C_{19}$  — КТ2-17;  $C_4$ ,  $C_{13}$ ,  $C_{17}$  — КДО;  $C_2$ ,  $C_6$ ,  $C_{12}$  — КТП;  $C_3$ ,  $C_7$ ,  $C_9$ ,  $C_{11}$ ,  $C_{15}$ ,  $C_{16}$ ,  $C_{18}$  — КТ-1;  $C_{10}$ ,  $C_{20}$  — КЛС. Все резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт, кроме  $R_1$  — СПО-0,5.

Намоточные данные катушек приведены в табл. 3 ( $L_7$  имеет индуктивность 0,68 мкГ).

При отсутствии транзисторов КП306Б можно применить транзисторы КП350А. Транзистор КП303Г можно заменить транзисторами КП303Д, КП303Е.

Режимы работы транзисторов конвертера, приведенные на схеме, измерены при отключенном кварцевом резонаторе Пэ1.

Методика настройки конвертера не отличается от описанной в предыдущем параграфе.

**Конвертер с плавным гетеродином.** Как правило, радиолюбители применяют конвертеры с гетеродином, который работает на

Обозначение по схеме	Число витков	Отвод	Провод	Намотка
$L_1$	7	1,5	Посеребренный 0,7 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 7,5 мм
$L_2$	5	2	Посеребренный 0,8 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 9 мм
$L_3$	5	3		
$L_4$	14	—	ПЭВ-1 0,35 мм	На каркасе $\varnothing$ 6,5 мм, $l=25$ мм с ферритовым сердечником $\varnothing$ 4 мм, $l=12$ мм, $\mu=600$
$L_5$	4	—	ПЭЛШО 0,27 мм	Поверх $L_4$
$L_6$	5	2	Посеребренный 0,8 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 9 мм
$L_8$	5	2		

Примечание. Отводы указаны от нижнего по схеме вывода катушки.

фиксированной частоте. Это удобно, если имеется высококачественный КВ приемник с плавным диапазоном.

Однако аппаратура с перестраиваемой промежуточной частотой имеет ряд недостатков: возможны помехи от мощных станций,

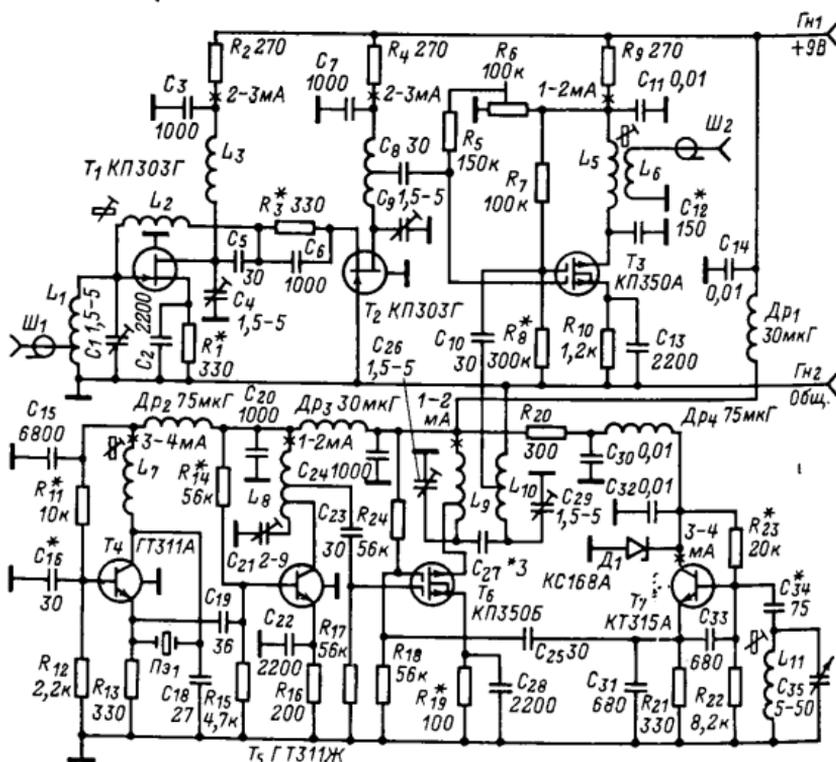


Рис. 13.

рабочая частота которых попадает в диапазон перестройки ПЧ, возникают трудности при сопряжении в широкой полосе частот основного приемника и конвертера. От этих недостатков свободны конвертеры с плавным гетеродином и фиксированной первой промежуточной частотой.

При этом сам конвертер становится немного сложнее, а основной приемник — проще. Более того, в приемнике с фиксированной первой промежуточной частотой можно применить высокочастотные фильтры и реализовать высокую избирательность как по соседнему, так и по зеркальному каналам.

Конвертер выполнен на семи транзисторах. Он рассчитан на использование с приемником или с трактом ПЧ, имеющими фиксированную частоту настройки 9 МГц и полосу пропускания 3 кГц. При напряжении питания 9 В конвертер потребляет ток 30 мА. Полоса пропускания усилителей ВЧ — 2 — 2,5 МГц.

Принципиальная схема конвертера приведена на рис. 13. Усилитель высокой частоты — двухкаскадный. Он выполнен на двух полевых транзисторах с  $p-n$  переходом.

Первый транзистор  $T_1$  усилителя включен по схеме с общим истоком, а второй  $T_2$  — по схеме с общим затвором. Для повышения устойчивости работы первого каскада в него введена нейтрализация емкости сток — затвор (катушка  $L_2$ ).

Смеситель конвертера собран на двухзатворном полевом транзисторе  $T_3$ . Напряжение сигнала подается в цепь первого затвора транзистора, а напряжение гетеродина — в цепь второго затвора. С помощью подстроечного резистора  $R_6$  и резистора  $R_8$  устанавливается режим транзистора по постоянному току. В стоковую цепь смесителя включен контур  $L_5C_{12}$ , настроенный на частоту 9 МГц. Напряжение сигнала ПЧ снимается катушкой связи  $L_6$ .

Гетеродин конвертера состоит из кварцевого генератора, умножителя, плавного генератора и смесителя. Кварцевый генератор выполнен на транзисторе  $T_4$ . Резонатор на основную частоту 8,18 МГц включен в цепь обратной связи. Для его возбуждения на третьей гармонике применяется контур  $L_7C_{17}C_{18}$ , настроенный на частоту 24,54 МГц (конденсатор  $C_{17}$  емкостью 75 пФ включен в разрыв цепи, соединяющий коллектор транзистора  $T_4$  с конденсатором  $C_{18}$ ).

Такой генератор позволяет получить большую выходную мощность при малой мощности, рассеиваемой на кварцевом резонаторе, что обеспечивает высокую стабильность генератора. Недостаток схемы — склонность к возбуждению на паразитных резонансах. Однако, подбирая конденсатор  $C_{16}$ , можно добиться устойчивой работы генератора только на рабочей частоте.

Выходной сигнал кварцевого генератора снимается с эмиттера транзистора  $T_4$  и подается на базу умножителя на пять, который выполнен на транзисторе  $T_5$ , включенном по схеме с общим эмиттером. Нагрузкой умножителя является контур  $L_8C_{21}$ , настроенный на частоту 122,7 МГц. Сигнал с этой частотой поступает на первый затвор смесителя гетеродина, выполненного на двухзатворном полевом транзисторе  $T_6$ . Генератор плавного диапазона выполнен на транзисторе  $T_7$  по схеме емкостной «трехточки». Перестройка частоты генератора в диапазоне 12,3—14,3 МГц производится переменным конденсатором  $C_{35}$ . Напряжение питания сигнал гетеродина стабилизировано стабилитроном  $D_1$ . Выходной сигнал ГПД подается на второй затвор смесителя гетеродина. Сигнал с частотой, равной сумме частот кварцевого генератора и ГПД (135—137 МГц),

выделяется полосовым двухконтурным фильтром  $L_9C_{26}$  и  $L_{10}C_{29}$  с емкостной связью между контурами через конденсатор  $C_{27}$ . Этот сигнал через конденсатор  $C_{10}$  поступает на второй затвор смесителя конвертера.

Конвертер собран на шасси с размерами  $210 \times 85 \times 32$  мм, изготовленном из листовой латуни толщиной 1 мм (рис. 14). Все опорные и проходные конденсаторы установлены на перегородках. Подстроечные конденсаторы установлены на передней и задней стенках шасси. Расположение элементов в отсеках шасси приведено на рис. 15.

Конденсаторы  $C_1, C_4, C_9, C_{21}, C_{26}, C_{29}$  — КТ2-17;  $C_2, C_{13}, C_{22}, C_{28}$  — КДО;  $C_3, C_7, C_{20}, C_{24}$  — КТП;  $C_5, C_6, C_8, C_{10}, C_{16}, C_{17}, C_{18}, C_{19}, C_{23}, C_{25}, C_{27}$  — КТ-1;  $C_{11}, C_{14}, C_{15}, C_{30}, C_{32}$  — КЛС;  $C_{12}, C_{31}, C_{33}, C_{34}$  — КСО группы Г. Все резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт, кроме  $R_6$  — СПО-0,5. Высокочастотные разъемные — СР-75-166Ф.

Намоточные данные катушек приведены в табл. 4.

При отсутствии данных транзисторов КП303Г можно применить транзисторы КП303 с любым буквенным индексом. Транзисторы

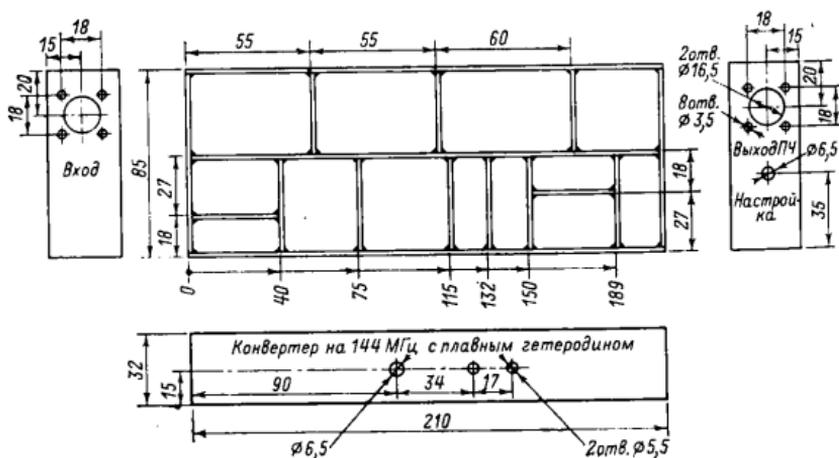


Рис. 14.

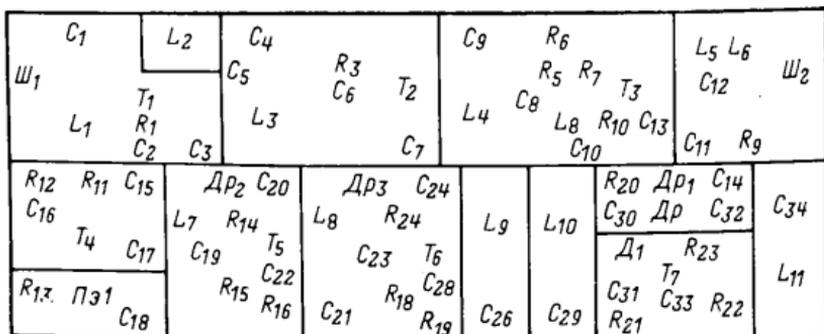


Рис. 15.

Таблица 4

Обозначение по схеме	Число витков	Отвод	Провод	Намотка
$L_1$	7	1,5	Посеребренный 0,7 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 7,5 мм На каркасе $\varnothing$ 6,5 мм с латунным сердечником $\varnothing$ 5 мм, $l=12$ мм
$L_2$	18	—	ПЭВ-1 0,41 мм	
$L_3$	7	—	Посеребренный 0,7 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 7,5 мм На каркасе $\varnothing$ 8 мм с ферритовым сердечником $\varnothing$ 4 мм, $l=12$ мм, $\mu=600$
$L_4$	6	3		
$L_5$	15	—		
$L_6$	4	—	ПЭВ-2 0,35	На общем с $L_5$ каркасе
$L_7$	20	—	ПЭЛШО 0,35	На каркасе $\varnothing$ 8 мм с ферритовым сердечником $\varnothing$ 4 мм, $l=12$ мм, $\mu=600$
$L_8$	8	1 и 2	Посеребренный 0,7 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 8 мм На каркасе $\varnothing$ 8 мм с ферритовым сердечником $\varnothing$ 6 мм, $l=10$ мм, $\mu=600$
$L_9$	7	0,5		
$L_{10}$	7	1		
$L_{11}$	18	—		

Примечание. Отводы указаны от нижнего по схеме вывода.

ГТ311А, ГТ311Ж, КТ315А можно заменить на ГТ311 и КТ315 с любым буквенным индексом.

Конвертер с плавным гетеродином более сложен в настройке. Смеситель и УВЧ настраивают так же, как и в предыдущих конструкциях. При налаживании плавного гетеродина сначала настраивают ГПД. С помощью сердечника катушки  $L_{11}$  (см. рис. 13) устанавливают диапазон частот, перекрываемых генератором. Если необходимо уменьшить полосу перестройки генератора, то последовательно с конденсатором  $C_{35}$  подключают конденсатор постоянной емкости (10—50 пФ).

Затем переходят к настройке кварцевого генератора, для чего отключают кварц и вместо него подключают конденсатор емкостью 100—200 пФ. Генератор должен возбудиться на некоторой частоте, определяемой параметрами контура  $L_7C_{17}C_{18}$ .

Изменяя индуктивность катушки  $L_7$  с помощью сердечника и подбирая емкость конденсатора  $C_{17}$ , контур  $L_7C_{17}C_{18}$  настраивают на частоту третьей гармоники кварца. Затем на место конденсатора вновь включают кварцевый резонатор: генератор должен работать на третьей механической гармонике кварца. Контроль частоты можно производить электронным частотомером (например, ЧЗ-4А) или КВ приемником, работающим в телеграфном режиме. Тон сигнала кварцевого генератора должен быть чистым.

Умножитель настраивают на частоту 122,7 МГц конденсатором  $C_{21}$ .

Двухзвенный фильтр  $L_9C_{26}$  и  $L_{10}C_{29}$  настраивают на частоту 136 МГц. Если полоса пропускания фильтра будет слишком узкой, то производят расстройку контуров фильтра так, чтобы при изменении частоты ГПД напряжение сигнала гетеродина на затворе смесителя ( $T_3$ ) изменялось незначительно.

## КОНВЕРТЕРЫ НА 430 МГц

Конвертер выполнен на семи транзисторах и одном диоде [2]. В сочетании с приемником, перекрывающим диапазон 4—6 МГц, он позволяет принимать сигналы любительских УКВ радиостанций на участке 432—434 МГц. Выбор этого участка диапазона не случаен. Как показывает опыт участия во всесоюзных, республиканских и областных соревнованиях, радиолюбители обычно работают на участке 432—433,5 МГц, и поэтому, как правило, нет необходимости иметь приемник, который перекрывает весь диапазон. С другой стороны, при этом существенно облегчается поиск радиостанций и увеличивается точность настройки на заданную частоту, что особенно важно при проведении дальних связей.

Коэффициент шума конвертера не хуже 4 дБ. Полоса пропускания тракта ВЧ конвертера по уровню 0,7 составляет 3 МГц. При необходимости расстройкой резонаторов УВЧ можно легко получить полосу 10 МГц. При напряжении питания 9 В конвертер потребляет ток 35 мА. Он прост по конструкции и несложен в настройке. Большая чувствительность, высокая надежность, экономичность позволяют применить его как в полевых, так и в стационарных условиях.

Принципиальная схема конвертера приведена на рис. 16. Он состоит из двухкаскадного УВЧ, диодного смесителя, четырехкаскадного гетеродина и однокаскадного УПЧ. Это позволило получить большой коэффициент усиления мощности при малом коэффициенте шума. К другим преимуществам схемы с общей базой следует отнести хорошую развязку между входными и выходными цепями, что особенно важно для получения устойчивой работы усилителя на высоких частотах.

Для реализации возможностей, заложенных в схеме, необходимо принять меры для хорошей развязки базовых цепей транзисторов. Этого добиваются максимальным укорочением длины вывода транзистора. В описываемом конвертере был достигнут высокий устойчивый коэффициент усиления по напряжению — больше 7 на каскад.

Нагрузкой каскадов УВЧ служат резонаторы  $L_2$  и  $L_5$ . Связь между каскадами индуктивно-емкостная ( $L_3$  и  $C_{11}$ ). Ее можно подбирать, изменяя емкость конденсатора  $C_{11}$ .

Гетеродин конвертера четырехкаскадный. Задающий генератор работает на частоте параллельного резонанса кварца (7,133 МГц). В коллекторной цепи транзистора  $T_1$  включен контур  $L_1C_6$ , который настроен на третью гармонику кварца (21,4 МГц). Второй каскад — умножитель на пять — собран по схеме с общим эмиттером (транзистор  $T_3$ ). Нагрузкой транзистора является контур  $L_4C_{14}$ , настроенный на частоту 107 МГц.

Третий и четвертый каскады — удвоители частоты. Они выполнены по схеме с общим эмиттером. В коллекторную цепь тран-

зистора  $T_5$  включен контур  $L_6C_{20}$ , настроенный на частоту 214 МГц, а нагрузкой транзистора  $T_6$  является полосовой фильтр, состоящий из полуволновой U-образной линии, средняя точка которой соединена с корпусом и резонатором  $L_{12}C_{30}$ . На рабочую частоту (428 МГц) линию настраивают конденсатором  $C_{26}$ , а резонатор — конденсатором  $C_{30}$ .

Сигнал 432 МГц с УВЧ поступает на смесительный диод  $D_1$  через петлю связи  $L_9$ , напряжение гетеродина — через петлю связи  $L_{11}$ . Сигнал промежуточной частоты выделяется на контур  $L_7C_{24}$  и поступает на УПЧ, собранный на транзисторе  $T_7$ . Его коэффициент усиления устанавливают с помощью резистора  $R_{20}$ . С выхода УПЧ сигнал поступает на приемник.

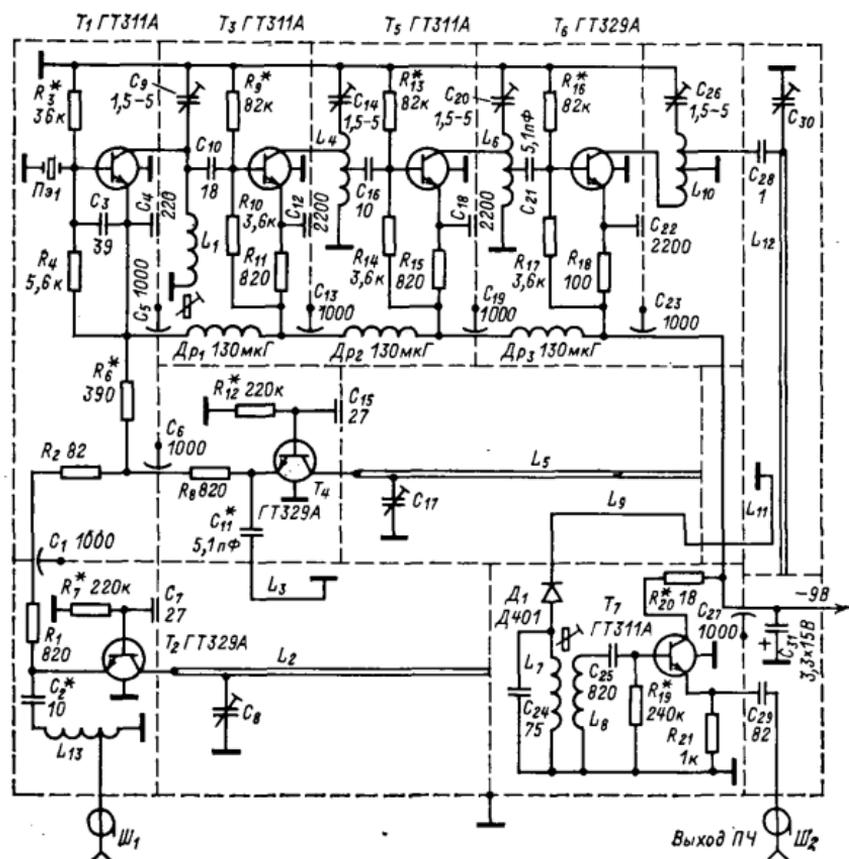


Рис. 16.

Конвертер собран на шасси с размерами  $198 \times 118 \times 35$  мм, изготовленном из листового латуни толщиной 1 мм или из фольгированного стеклотолита толщиной 1,5 мм (рис. 17). Шасси желательно посеребрить. Если такой возможности у радиолюбителя нет, то необходимо основание шасси, перегородки и цент-

ральные проводники резонаторов перед их распайкой отполировать.

Расположение элементов по отсекам шасси приведено на рис. 18.

Внутренние размеры резонаторов —  $86 \times 33 \times 33$  мм. Их центральные проводники изготовлены из медной трубки диаметром 10 мм. Длина трубок для  $L_2$  и  $L_5$  — 84 мм, а  $L_{12}$  — 80 мм. Они припаяны одним концом к стенке резонатора. Петли связи  $L_3$ ,  $L_9$ ,  $L_{11}$  изготовлены из медного посеребренного провода  $\varnothing 1,2$  мм. Длина петли для  $L_3$  — 50 мм, а  $L_9$ ,  $L_{11}$  — 30 мм. Катушка  $L_1$  на-

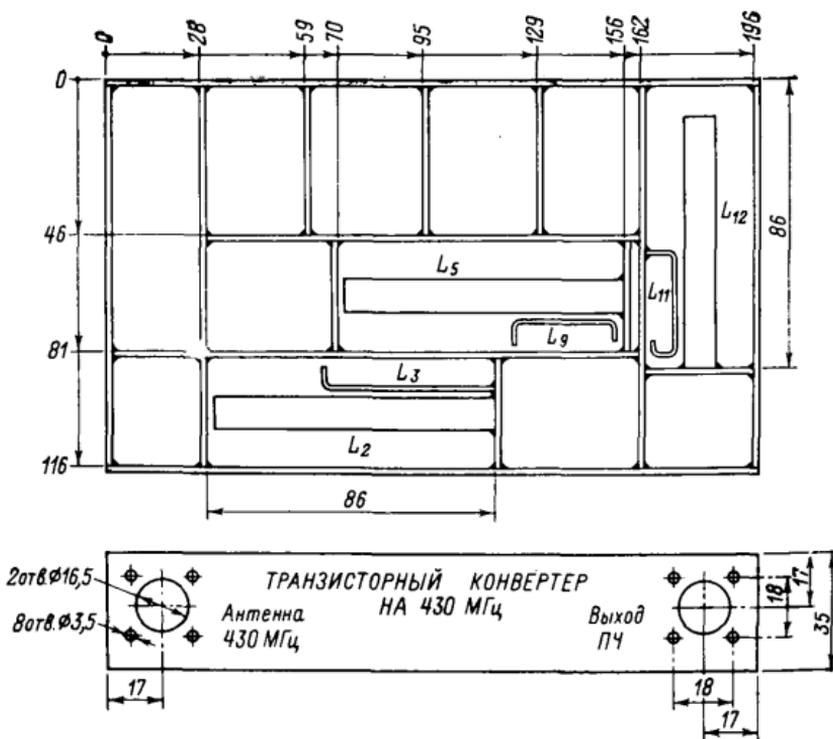


Рис. 17.

мотана проводом ПЭЛШО-0,18 на каркасе диаметром 8 мм,  $l=25$  мм с ферритовым сердечником  $\varnothing 6$  мм,  $l=10$  мм,  $\mu=600$  и содержит 27 витков. Катушки  $L_4$ ,  $L_6$  бескаркасные, внутренний диаметр 6 мм и намотаны посеребренным проводом  $\varnothing 0,8$ .  $L_4$  содержит 13 витков с отводами от 9-го и 11-го витка,  $L_6$  — пять витков с отводами от 2-го и 4-го, 5-го витков, если считать от заземленного вывода.

Полуволновая U-образная линия изготовлена из посеребренного провода 1,2 мм длиной 80 мм.

Катушки  $L_7$  и  $L_8$  намотаны проводом ПЭЛШО-0,12 на одном каркасе диаметром 6 мм,  $l=25$  мм с ферритовым сердечником  $\varnothing 4$  мм,  $l=12$  мм,  $\mu=200$  и содержат по 60 витков.

$L_{13}$  бескаркасная с внутренним диаметром 10 мм. Она намотана посеребренным проводом  $\varnothing$  1,2 мм и содержит 1,5 витка с отводом от 0,5 витка, если считать от заземленного вывода.

Все резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт. Конденсаторы  $C_1, C_5, C_6, C_{13}, C_{19}, C_{23}, C_{27}$  — КТП, а  $C_{12}, C_{18}, C_{22}$  — КДО. Конденсаторы  $C_8, C_{17}, C_{30}$  — конструктивные, емкость которых меняется при изменении расстояния между дисками. В конвертере применен кварцевый резонатор А-343 от радиостанции РСИУ-3.

При выполнении объемного монтажа особое внимание необходимо уделять минимальной длине выводов транзисторов  $T_2$  и  $T_4$ .

Пэ1	$T_1$	$C_9$	$C_{14}$	$C_{20}$	$C_{26}$	$C_{30}$		
	$C_4$	$T_3$	$T_5$	$T_6$	$L_{10}$			
	$C_5$	$L_1$	$C_{12}$	$L_4$	$C_{18}$		$L_6$	$C_{22}$
		$ДР_1$	$C_{13}$	$ДР_2$	$C_{19}$	$ДР_3$		
		$C_6$	$C_{15}$	$T_4$	$C_{17}$	$L_5$	$L_9$	
$C_1$	$C_7$		$L_3$	$Д_1$				
$T_2$			$L_2$	$L_7$	$T_7$	$C_{27}$	$C_{31}$	
$L_{13}$		$C_8$		$L_8$		$C_{29}$		

Рис. 18.

Расстояние от корпуса транзистора до места пайки не должно превышать 3—4 мм. Для сокращения вывода коллектора в стенке (перегородке) резонатора пропилено отверстие. Конденсаторы  $C_7$  и  $C_{15}$  — КД. Предварительно с них снята краска и отпаяны выводы. Конденсаторы припаяны к стенке резонатора в непосредственной близости от транзисторов. С другой стороны конденсаторов припаяны выводы баз транзисторов и резисторы с укороченными до 8 мм выводами.

Таблица 5

Обозначение по схеме	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$	$T_7$
Ток коллектора, мА . . .	3—4	2—3	0,1—0,5	2—3	0,5—1	1—1,5	1,5—2

Данные режимов транзисторов конвертера при отключенном кварцевом резонаторе Пэ1 приведены в табл. 5.

Налаживание конвертера начинают с настройки контура  $L_7C_{24}$  (см. рис. 16) на частоту 5 МГц. Затем отключают кварцевый ре-

зонатор  $\Pi_3$ , и с генератора стандартных сигналов подают на базу транзистора  $T_1$  сигнал амплитудой около 100 мВ и частотой 21,4 МГц. Контур  $L_1C_3$  настраивают в резонанс конденсатором  $C_3$ , контролируя настройку волномером или высокочастотным вольтметром, подключенным к базе транзистора  $T_3$ .

Аналогично настраивают контур второго каскада на частоту 107 МГц (конденсатором  $C_{14}$ ), контур третьего каскада на частоту 214 МГц (конденсатором  $C_{20}$ ) и полуволновую линию четвертого каскада на частоту 428 МГц (конденсатором  $C_{26}$ ). Резонатор  $L_{12}$  также настраивают на частоту 428 МГц (конденсатором  $C_{30}$ ). После этого подбирают отводы катушек  $L_4$ ,  $L_6$ ,  $L_{10}$  по максимальному выходному напряжению.

Подключив кварц  $\Pi_3$  (с помощью волномера) проверяют правильность выделения гармоник после каждого каскада гетеродина. Затем проверяют ток через смесительный диод.

Для этого в разрыв цепи катушки индуктивности  $L_7$  включают микроамперметр с пределом измерения около 500 мкА. Ток через диод должен лежать в пределах 100—300 мкА.

Практика показала, что настройка гетеродина вызывает определенные трудности. Это связано с тем, что в гетеродине использован низкочастотный кварцевый резонатор. При использовании высокочастотного резонатора на частоту 35,66 МГц настройка упрощается. В этом случае необходимо уменьшить число витков катушки  $L_1$  до 16. Задающий генератор будет работать

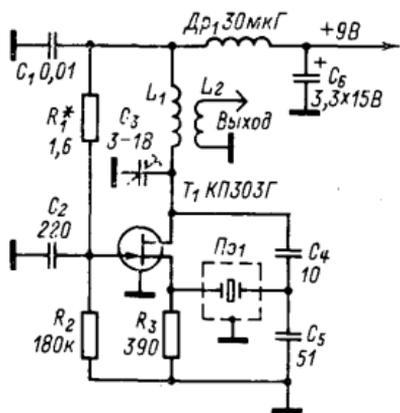


Рис. 19.

на частоте 35,66 МГц, а второй каскад гетеродина станет утроителем.

Если отсутствует высокочастотный кварц, то задающий генератор можно выполнить по схеме рис. 19, используя резонатор на частоту 11,88 МГц. В этой схеме кварцевый резонатор возбуждается на третьей механической гармонике (35,66 МГц). При этом катушка  $L_1$  также содержит 16 витков, а  $L_2$ —4. Катушку  $L_2$  генератора соединяют с базой второго каскада гетеродина конвертера через конденсатор емкостью 30 пФ.

Усилитель высокой частоты можно настроить с помощью ИЧХ или генератора с ВЧ вольтметром. Генератор подключают на вход конвертера ( $\Pi_1$ ), а вольтметр подключают к петле связи  $L_9$ . На генераторе устанавливают частоту сигнала 433 МГц. Амплитуду напряжения выбирают такой, чтобы ВЧ вольтметр давал заметные показания на самом чувствительном пределе.

Настройку каскадов УВЧ на частоту 433 МГц производят изменением емкостей конструктивных конденсаторов  $C_8$ ,  $C_{17}$ . Из-за разброса параметров контуров и транзисторов в отдельных случаях емкость конденсаторов  $C_8$  и  $C_{17}$  может оказаться малой. Тогда возле «горячего» вывода резонаторов припаяют пластины



вертера. На коэффициент шума конвертера также влияют параметры транзисторов  $T_2$ ,  $T_4$  и диода  $D_1$ .

Конвертер с высокой чувствительностью в сочетании с приемником, имеющим диапазон 4—6 МГц, позволяет принимать сигналы радиостанций в диапазоне 432—434 МГц [13]. Коэффициент шума конвертера составляет 2,5 кТо. При напряжении питания 9 В он потребляет ток 55 мА. Полоса пропускания тракта ВЧ составляет 5 МГц.

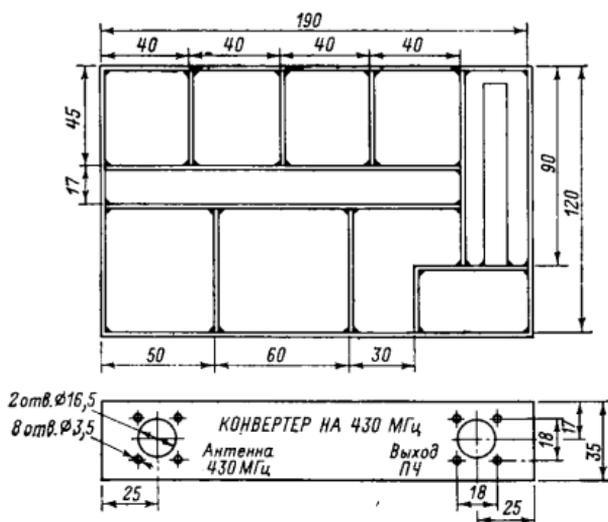


Рис. 21.

Принципиальная схема конвертера приведена на рис. 20. Так же, как и предыдущий конвертер, он состоит из двухкаскадного УВЧ, диодного смесителя, четырехкаскадного гетеродина и УПЧ. Оба каскада УВЧ (транзисторы  $T_2$  и  $T_4$ ) выполнены по схеме с общей базой. На входе усилителя применен П-контур ( $C_1L_1C_4$ ). Это дает возможность легко выбрать оптимальную связь как с транзистором, так и с антенной и обеспечить тем самым минимальный коэффициент шума конвертера.

Нагрузками транзисторов УВЧ также служат П-контур  $C_9L_3C_{11}$  и  $L_6C_{23}$ . Связь между каскадами индуктивная. Подбор ее осуществляется перемещением катушки  $L_4$  относительно катушки  $L_3$  и изменением емкости конденсатора  $C_{12}$ .

Задающий генератор гетеродина конвертера выполнен на транзисторе  $T_1$  по схеме с общей базой с включением кварцевого резонатора  $Пэ_1$  на частоту 7,133 МГц в цепь обратной связи. Он возбуждается на третьей гармонике кварца (21,4 МГц).

Второй каскад гетеродина — умножитель на пять. Он собран на транзисторе  $T_3$ . Его нагрузкой является контур  $L_5C_{15}$ , настроенный на 107 МГц. Третий (транзистор  $T_5$ ) и четвертый ( $T_6$ ) каскады гетеродина — удвоители частоты. В коллекторную цепь транзистора  $T_5$  включен контур  $L_7C_{24}$ , настроенный на 214 МГц, а нагрузкой транзистора  $T_6$  является коаксиальный резонатор  $L_{10}C_{36}$ , настроенный на частоту 428 МГц.

Сигнал от УВЧ поступает на диодный смеситель ( $D_1$ ) через петлю связи  $L_8$ . Подбор связи осуществляется перемещением катушки  $L_8$  относительно катушки  $L_6$ . Одновременно на смеситель подается сигнал гетеродина с резонатора через конденсатор  $C_{29}$ . Сигнал промежуточной частоты выделяется на контур  $L_9 C_{27}$  и поступает на усилитель, собранный на транзисторе  $T_7$ . Согласование конвертера с основным приемником производится с помощью резистора  $R_{22}$ .

		$C_7$		$C_{15}$		$C_{24}$		$C_{36}$
$Pz_1$	$T_1$	$L_2$	$T_3$		$T_5$		$T_6$	
			$C_{13}$	$L_5$	$C_{20}$	$L_7$	$C_{34}$	
	$C_6$	$Др_1$	$C_{14}$		$C_{21}$	$Др_5$		
							$Др_3$	$C_{22}$
							$Др_6$	$C_{31}$
		$C_5$		$C_{16}$		$C_{25}$	$C_{32}$	$L_{10}$
		$C_8$	$Др_2$	$C_{18}$	$Др_4$	$D_1$		
$C_1$	$L_1$	$T_2$	$L_3$	$L_4$	$T_4$	$L_6$	$L_8$	$C_{27}$
							$C_{33}$	
							$L_9$	$T_7$
				$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{23}$		

Рис. 22.

Конвертер собран на шасси с размерами  $190 \times 120 \times 35$  мм, изготовленном из листовой меди толщиной 1 мм (рис. 21). Для повышения устойчивости работы отдельных каскадов конвертера шасси разделено перегородками, на которых помещены проходные и опорные конденсаторы. На боковые стенки установлены подстроечные конденсаторы. Размещение элементов по отделениям шасси приведено на рис. 22.

Конденсаторы  $C_5, C_6, C_{14}, C_{16}, C_{21}, C_{27}, C_{31}, C_{32}, C_{33}$  — КТП;  $C_{18}, C_{20}, C_{22}, C_{25}, C_{34}, C_{35}$  — КДО;  $C_8$  и  $C_{18}$  — КД. Предварительно с них снята краска и отпаяны выводы. Конденсаторы припаяны к стенке резонатора возле транзисторов. С другой стороны конденсаторов припаяны выводы баз и резисторы.

Намоточные данные для катушек и дросселей приведены в табл. 6.

Внутренние размеры резонатора —  $90 \times 30 \times 33$  мм. Центральный проводник  $L_{10}$  изготовлен из медной трубки диаметром 10 мм, длиной 82 мм. Одним из торцов он припаян к стенке резонатора.

При выполнении монтажа необходимо уделять особое внимание минимальной длине выводов транзисторов  $T_2$  и  $T_4$ .

Режимы транзисторов конвертера при отключенном кварцевом резонаторе  $Pz_1$  приведены в табл. 7.

Таблица 6

Обозначение по схеме	Число витков	Отвод	Провод	Намотка
$L_1$	2	—	Посеребренный 1,5 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 10 мм На каркасе $\varnothing$ 6 мм, $l=25$ мм
$L_2$	25	10 и 12	ПЭВ-1 0,30	
$L_3$	3	1,5	Посеребренный 1,5 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 12 мм
$L_4$	1	—	Посеребренный 1,0 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 12 мм
$L_5$	8	5 и 7	Посеребренный 0,8 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 9 мм
$L_6$	3	1,5	Посеребренный 1,5 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 12 мм
$L_7$	3,5	2 и 2,5	Посеребренный 0,8 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 9 мм
$L_8$	1	—	Посеребренный 1,0 мм	Бескаркасная $\varnothing$ 12 мм На каркасе $\varnothing$ 6 мм, $l=25$ мм с ферритовым сердечником $\varnothing$ 4 мм; $l=12$ мм, $\mu=100$
$L_9$	60	—	ПЭВ-1 0,12	
$Др_1$	12	—	ПЭВ-1 0,35	Бескаркасная $\varnothing$ 4 мм
$Др_4$	12	—	ПЭВ-1 0,35	

Примечание. Отводы указаны от нижнего по схеме вывода катушки. У  $L_9$  и  $L_8$  отводы сделаны от середины катушки.

Налаживание конвертера начинают с настройки контура  $L_9C_{27}$  (рис. 20) на частоту 5 МГц. Затем отключают резонатор  $Пз_1$  и подают с генератора стандартных сигналов на эмиттер транзистора  $T_1$  сигнал частотой 21,4 МГц и амплитудой около 100 мВ. Контур  $L_2C_7$  настраивают в резонанс конденсатором  $C_7$ , контролируют настройку волномером или высокочастотным вольтметром, подключенным к базе транзистора  $T_3$ . Аналогично настраивают в резонанс колебательные контуры остальных каскадов. После этого снимают напряжение питания с каскадов УВЧ и, подключив кварц  $Пз_1$ , контролируют сигнал генератора по приемнику. Тон сигнала должен

Таблица 7

Обозначение по схеме	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$	$T_7$
Ток коллектора, мА	3—4	1,8—2,2	0,5—1	2,8—3,2	0,5—1	0,5—1	1—2

быть чистым. Если задающий генератор не работает, необходимо подстроить контур  $L_2C_7$  и подобрать резистор  $R_3$ . В случае, когда транзистор  $T_1$  имеет большое усиление, а резонатор  $Пз_1$  большую собственную емкость, возможно возбуждение генератора на паразитной частоте. Для срыва этой генерации необходимо уменьшить емкость конденсатора  $C_2$ .

После предварительной настройки гетеродина при работающем задающем генераторе подключают милливольтметр постоянного тока (например, Ц4341) параллельно резистору  $R_{16}$  и подстраивают еще

раз все каскады гетеродина по максимальным показаниям милливольтметра. Постоянное напряжение на резисторе  $R_{16}$  должно лежать в пределах 30—50 мВ. При отключении кварцевого резонатора оно должно исчезать. Это будет свидетельствовать об отсутствии паразитной генерации в гетеродине.

При настройке усилителя на разъем  $Ш_1$  подают сигнал с частотой 433 МГц. Амплитуду сигнала устанавливают такой, чтобы постоянное напряжение на резисторе  $R_{16}$  было около 20 мВ (гетеродин при этом должен быть выключен). Затем по максимуму отклонения стрелки прибора поочередно подстраивают контуры  $C_1L_1C_4$ ,  $C_9L_3C_{11}$  и  $L_6C_{23}$  и подбирают связи между первым и вторым каскадами, изменяя расстояние между катушками  $L_3$  и  $L_4$  и емкость конденсатора  $C_{12}$ , и между вторым каскадом и смесителем, подбирая расстояние между  $L_6$  и  $L_8$ . При проведении этих операций амплитуду напряжения, поступающего с ГСС, все время уменьшают так, чтобы постоянное напряжение на  $R_{16}$  не превышало 30 мВ.

После окончания настройки выключают ГСС 433 МГц. Напряжение на милливольтметре должно исчезнуть, что будет свидетельствовать об отсутствии самовозбуждения.

Затем конвертер подключают к приемнику и проверяют коэффициент шума. Для получения минимального значения коэффициента шума необходимо тщательно настроить контур  $L_1C_1C_4$  и подобрать емкость конденсатора связи с антенной ( $C_3$ ).

### КОНВЕРТЕР НА 1215 МГц

Конвертер позволяет принимать сигналы радиостанций в диапазоне 1215—1300 МГц. Для перекрытия всего диапазона необходим приемник, имеющий диапазон 63—148 МГц. Если в распоряжении радиолюбителя нет широкодиапазонного связанного приемника, то можно использовать приемник на любительский диапазон 144—146 МГц. В этом случае перекрытие будет всего 2 МГц, но этого вполне достаточно для работы на этом пока еще мало освоенном диапазоне.

Принципиальная схема конвертера приведена на рис. 23. Он состоит из УВЧ, диодного смесителя и гетеродина. УВЧ собран по

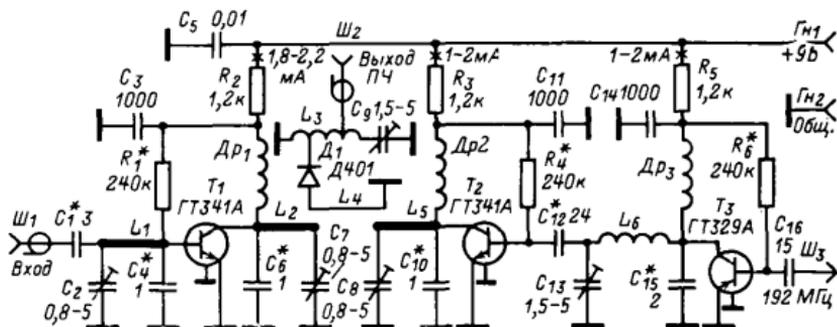


Рис. 23.

схеме с общим эмиттером на транзисторе  $T_1$ . На входе и на выходе усилителя применены П-контуры ( $C_2L_1C_4$  и  $C_6L_2C_7$ ), сигнал с которых через петлю связи  $L_4$  поступает на смеситель.

Гетеродин конвертера — пятикаскадный. Задающий генератор и два умножителя частоты выполнены по той же схеме, что и первые три каскада конвертера на 430 МГц (рис. 20), и отличаются от них лишь выбором частот.

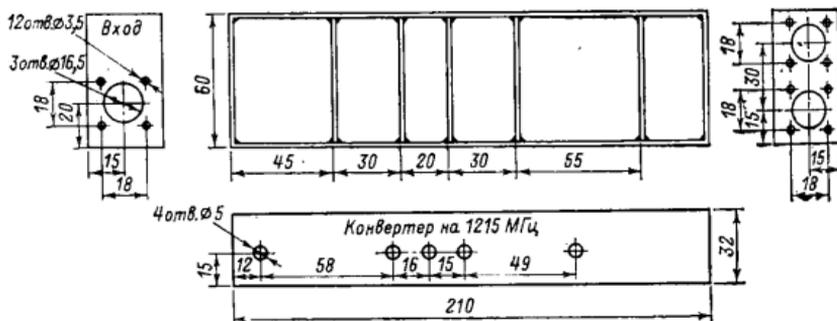


Рис. 24.

В задающем генераторе применен кварцевый резонатор на частоту 10,667 МГц, возбуждаемый на третьей гармонике. Выходной сигнал с частотой 32 МГц поступает на утроитель частоты, а затем на удвоитель частоты.

С выхода удвоителя ВЧ напряжение частотой 192 МГц подается на четвертый каскад — утроитель частоты. Он собран на транзисторе  $T_3$  по схеме с общим эмиттером. Нагрузкой  $T_3$  является П-контур  $C_{15}L_6C_{13}$ , настроенный на частоту 576 МГц. Пятый каскад выполнен на транзисторе  $T_2$  по схеме с общим эмиттером. Вторая гармоника выделяется П-контуром  $C_{10}L_5C_8$ , настроенным на частоту 1152 МГц, и связана со смесителем петлей связи  $L_4$ .

Смеситель выполнен на диоде  $D_1$ . Если частота принимаемого сигнала лежит в пределах 1296—1298 МГц, то на контуре  $L_3C_9$  будет выделен сигнал промежуточной частоты 144—146 МГц, который поступает на УКВ приемник.

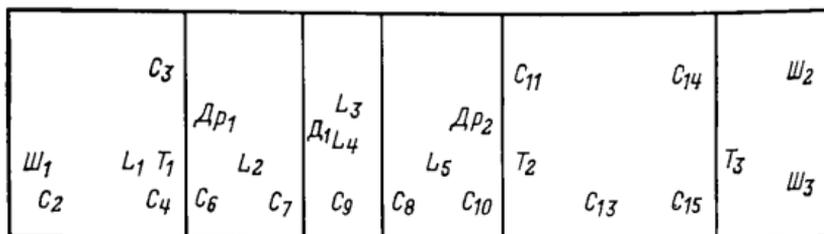


Рис. 25.

Конвертер собран на шасси с размерами  $210 \times 60 \times 32$  мм, изготовленном из листовой меди толщиной 1 мм (рис. 24). Для повышения устойчивости работы каскадов конвертера шасси разделено перегородками, на которых установлены проходные конденсаторы. Шасси желательно посеребрить. Подстроечные конденсаторы установлены на передней стенке.

Размещение элементов конвертера по отсекам приведено на рис. 25.

Конденсаторы  $C_1, C_4, C_6, C_{10}, C_{12}, C_{15}, C_{16}$  — КД или КДУ;  $C_2, C_7, C_8$  — КПКТ;  $C_9, C_{13}$  — КТ2-17;  $C_3, C_{11}, C_{14}$  — КДО;  $C_5$  — КЛС. Все резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт. Высокочастотные разъемы ( $Ш_1$ — $Ш_3$ ) — СР-75-166Ф.

Таблица 8

Обозначение по схеме	Число витков	Провод	Намотка
$L_1$	—	} Посеребренный 3,2 мм	} Отрезок длиной 20 мм
$L_2$	—		
$L_3$	5	} Посеребренный 0,8 мм	} Бескаркасная $\varnothing$ 9 мм
$L_4$	—		
$L_5$	—	Посеребренный 3,2 мм	} Отрезок длиной 22 мм
$L_6$	—	Посеребренный 1,5 мм	
$Dp_1$	4	} Посеребренный 0,8 мм	} Бескаркасная $\varnothing$ 3,5 мм
$Dp_2$	4		
$Dp_3$	7		

Примечание. Отводы у катушки  $L_3$  сделаны от первого и третьего витка, если считать от заземленного вывода катушки.

Намоточные данные катушек и дросселей приведены в табл. 8.

При распайке конденсаторов  $C_1, C_2, C_4, C_6, C_7, C_8, C_{10}, C_{12}, C_{15}, C_{16}$  и транзисторов  $T_1, T_2, T_3$  следует уделять особое внимание минимальной длине выводов. Для сокращения выводов транзисторов в перегородках пропилены отверстия.

При отсутствии транзисторов ГТ341А можно применить транзисторы ГТ362 с любым буквенным индексом. Транзистор ГТ329А можно заменить транзисторами ГТ329, ГТ330 и ГТ362.

Налаживание конвертера начинают с настройки контура  $L_3C_9$  (см. рис. 23) на частоту 145 МГц.

Настройку первых трех каскадов гетеродина производят так же, как и у конвертера на 430 МГц (см. с. 32—35). После этого переходят к настройке четвертого каскада, коллекторный П-контур которого  $L_6C_{13}C_{15}$  настраивают на частоту 576 МГц. Контур выходного каскада гетеродина настраивают на частоту 1152 МГц. Правильность настройки всех каскадов гетеродина контролируют волномером.

Настройку УВЧ и подстройку контуров гетеродина производят совместно с УКВ приемником. При этом от генератора подают сигнал частотой 1297 МГц, и на него настраиваются УКВ прием-

ником. Затем, постепенно уменьшая сигнал на входе конвертера, тщательно подстраивают все контуры, а также подбирают связь между катушками  $L_2$ ,  $L_4$  и  $L_5$ ,  $L_4$ .

## ПРИЕМНИКИ

Интерполяционный приемник на диапазон 4—6 МГц [2] предназначен для работы совместно с УКВ конвертерами, которые рассчитаны на первую промежуточную частоту, изменяющуюся в диапазоне 4—6 МГц. Совместно с такими конвертерами он обеспечивает прием сигналов телеграфных и телефонных (АМ и SSB) радиостанций.

Чувствительность приемника 0,8 мкВ. Промежуточная частота 8277 кГц. Полоса пропускания тракта ПЧ по уровню 0,7—3—3,5 кГц. Избирательность по соседнему каналу при расстройке на  $\pm 10$  кГц не хуже 70 дБ. Автоматическая регулировка усиления обеспечивает изменение напряжения на выходе приемника не более чем на 6 дБ при изменении уровня входного сигнала на 50 дБ. Номинальная выходная мощность УНЧ приемника 120 мВт.

Питается приемник от источника напряжением 9 В. В режиме максимального усиления по высокой и низкой частотам ток потребления не превышает 40 мА.

Принципиальная схема приведена на рис. 26. УВЧ собран по каскадной схеме на полевых транзисторах КП303Б. Диоды  $D_1$ ,  $D_2$ , установленные на входе усилителя, защищают первый транзистор от пробоя при попадании на вход приемника больших напряжений. Коэффициент усиления этого каскада устанавливают подбором конденсатора  $C_{11}$ . Увеличение емкости конденсатора  $C_{11}$  приводит к увеличению коэффициента усиления, и наоборот.

Первый гетеродин, частота которого изменяется от 12277 до 14277 кГц, собран на транзисторе  $T_2$  по схеме емкостной трехточки.

Настройку осуществляют строеным блоком конденсаторов  $C_4 C_8 C_{17}$ , одна из секций этого блока ( $C_8$ ) используется в гетеродине, а две другие — для перестройки входного и выходного контуров УВЧ. Эмиттерный повторитель на транзисторе  $T_4$  уменьшает влияние смесителя на работу гетеродина.

Напряжение питания гетеродина стабилизировано стабилитроном  $D_3$ .

Смеситель собран на двухзатворном полевом транзисторе  $T_5$ . ВЧ сигнал 4—6 МГц подается на первый затвор, а сигнал первого гетеродина на второй затвор.

Нагрузкой смесителя является контур  $L_5 C_{23}$ , настроенный на частоту 8277 кГц.

Высокая избирательность приемника по соседнему каналу обеспечивается восьмикристалльным кварцевым фильтром, который состоит из двух идентичных четырехкристалльных фильтров, включенных последовательно. Фильтры выполнены по дифференциально-мостовой схеме на резонаторах от радиостанции РСИУ-3. Эти резонаторы имеют разнос частот последовательного и параллельного резонанса около 1800 Гц, что позволяет реализовать фильтр с полосой пропускания 2500—3500 Гц.

Форма амплитудно-частотной характеристики фильтра (неравномерность в полосе пропускания, крутизна скатов) сильно зависит от сопротивления нагрузочных резисторов  $R_{23}$  и  $R_{26}$ , а также от согласования входного сопротивления фильтра с контуром  $L_5 C_{23}$ , которое осуществляется катушкой связи  $L_6$ .

Фазирующие катушки  $L_7$  и  $L_8$  настраиваются на рабочую частоту конденсаторами  $C_{25}$  и  $C_{30}$ . Это позволяет уменьшить неравномерность в полосе пропускания фильтра, увеличить его коэффициент передачи.

Один фильтр обеспечивает избирательность приемника по соседнему каналу при расстройке на  $\pm 10$  кГц около 40 дБ.

Такая избирательность вполне приемлема для повседневной работы в эфире, поэтому в упрощенном варианте приемника можно применить только один четырехкристальный фильтр.

После кварцевого фильтра сигнал промежуточной частоты поступает на двухкаскадный УПЧ. Оба каскада выполнены по каскодной схеме на биполярных транзисторах ( $T_8$ ,  $T_9$  и  $T_{12}$ ,  $T_{16}$  соответственно). Между каскадами установлен двухконтурный полосовой фильтр. Нагрузкой второго каскада УПЧ служит одиночный контур, состоящий из катушки индуктивности и включенных последовательно конденсаторов  $C_{55}$  и  $C_{29}$ .

При приеме амплитудно-модулированных и телеграфных сигналов используется детектор на диоде  $D_5$ . В режиме СВ на контур  $L_{11}C_{55}C_{29}$  и, следовательно, на диод  $D_5$  поступает ВЧ напряжение второго гетеродина, выполненного на транзисторах  $T_6$  и  $T_7$ . Частота этого гетеродина (около 8276 кГц) стабилизирована кварцевым резонатором  $ПЭ_1$ . Собственно генератор собран на транзисторе  $T_6$ , а каскад на транзисторе  $T_7$  служит смесительным детектором (прием SSB-сигналов).

Продетектированные сигналы поступают на УНЧ. Выбор режима работы осуществляется переключателем  $B_1$ . Одна из его секций включает второй гетеродин, а другая подключает УНЧ к соответствующему детектору.

Узел АРУ выполнен на транзисторах  $T_{17}$  и  $T_{18}$ . Управляющее напряжение подается на УВЧ и первый каскад УПЧ, причем напряжение, поступающее на УВЧ, можно устанавливать переменным резистором  $R_{64}$ , осуществляя тем самым ручную регулировку усиления. В отсутствие сигнала транзистор  $T_{17}$  закрыт, а  $T_{18}$  — открыт. Постоянная составляющая продетектированного сигнала, поступающая на транзистор  $T_{17}$  через делитель  $R_{58}R_{59}R_{60}$ , открывает этот транзистор. При этом уменьшается постоянное напряжение на

Таблица 9

Обозначение по схеме	Число витков	Провод	Примечание
$L_1$	5	ПЭЛШО-0,12	На одном каркасе
$L_2$	30	ПЭЛШО-0,12	
$L_3$	14	ПЭВ-2 0,3	—
$L_4$	30	ПЭЛШО-0,12	—
$L_5$	16	ПЭВ-2 0,3	На одном каркасе
$L_6$	4	ПЭВ-2 0,3	
$L_7$	30	ПЭЛШО-0,12	С отводом от середины
$L_8$	30	ПЭЛШО-0,12	С отводом от середины
$L_9$	16	ПЭВ-2 0,3	—
$L_{10}$	16	ПЭВ-2 0,3	—
$L_{11}$	16	ПЭВ-2 0,3	На одном каркасе
$L_{12}$	16	ПЭВ-2 0,3	На одном каркасе



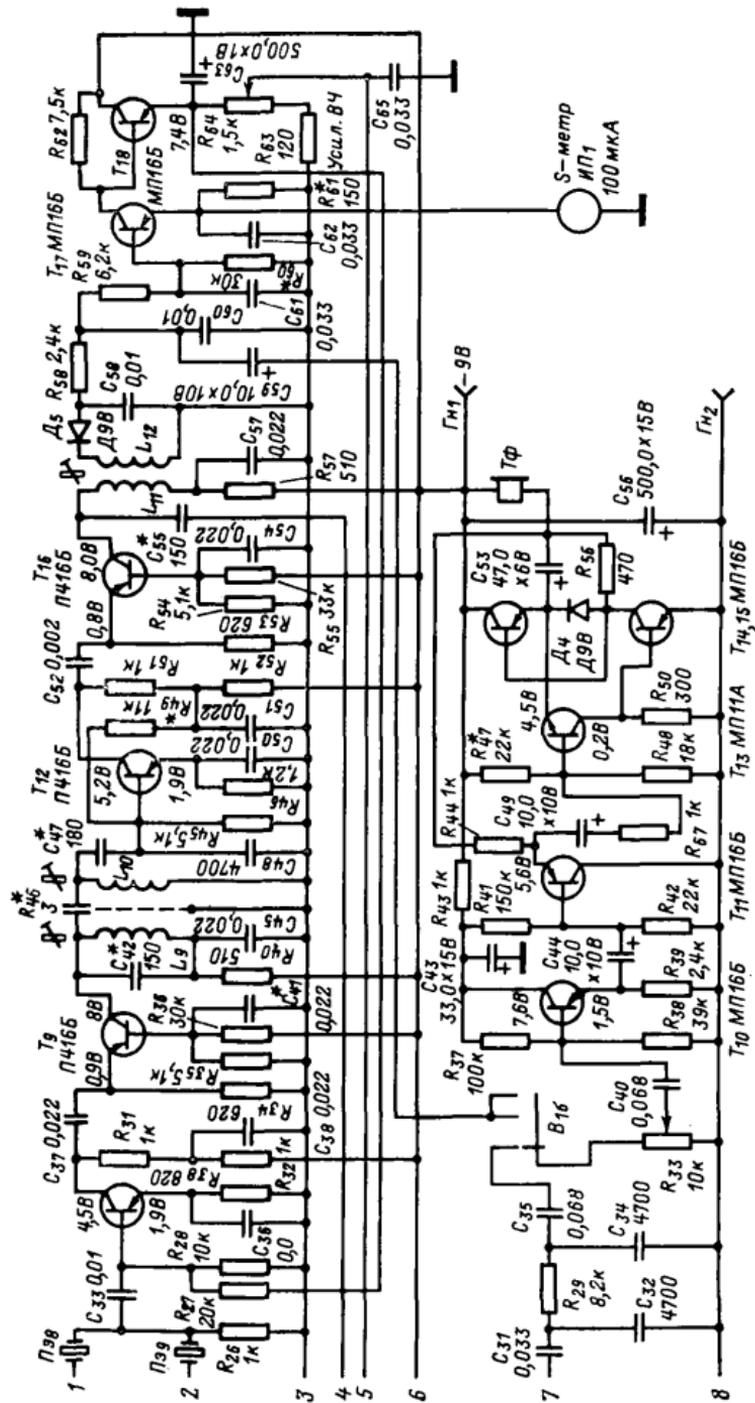


Рис. 26.



Усилитель низкой частоты — четырехкаскадный. Выходной каскад выполнен по бестрансформаторной схеме. Режим работы транзисторов этого каскада устанавливают резистором  $R_{47}$ . УНЧ предназначен для работы с низкоомными головными телефонами с сопротивлением излучателей 50—65 Ом. Оба излучателя следует включить параллельно.

Приемник собран на двух одинаковых шасси (рис. 9). Размещение деталей в отсеках шасси показано на рис. 27. Соединение между печатными платами, на которых установлена большая часть элементов, производится перемычками. Блок конденсаторов переменной емкости и фильтры находятся сверху шасси. Провода, соединяющие блок конденсаторов переменной емкости и фильтр с платами, должны иметь минимальную длину. Переменные резисторы  $R_{33}$  и  $R_{64}$  («Усиление НЧ» и «Усиление ВЧ») подключают экранированными проводниками.

В приемнике использован трехсекционный конденсатор переменной емкости от радиолы «ВЭФ радио». Конденсаторы  $C_6$ ,  $C_7$ ,  $C_9$ ,  $C_{10}$ ,  $C_{12}$  типа КСО группы Г. Остальные конденсаторы могут быть любого типа, подходящие по габаритам. Все резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт.

Намоточные данные катушек приведены в табл. 9.

Катушки  $L_7$  и  $L_8$  выполнены на ферритовых кольцах типоразмера  $K7 \times 4 \times 2$  из материала 30ВЧ. Намотка бифилярная: два провода скручивают в жгут и делают на кольце 15 витков. Начало одной из обмоток соединяют с концом другой, образуя отвод от середины катушки. Остальные катушки намотаны на каркасах от контуров телевизора «Верховина», укороченных до 25 мм. Сердечники используются от этого же телевизора.

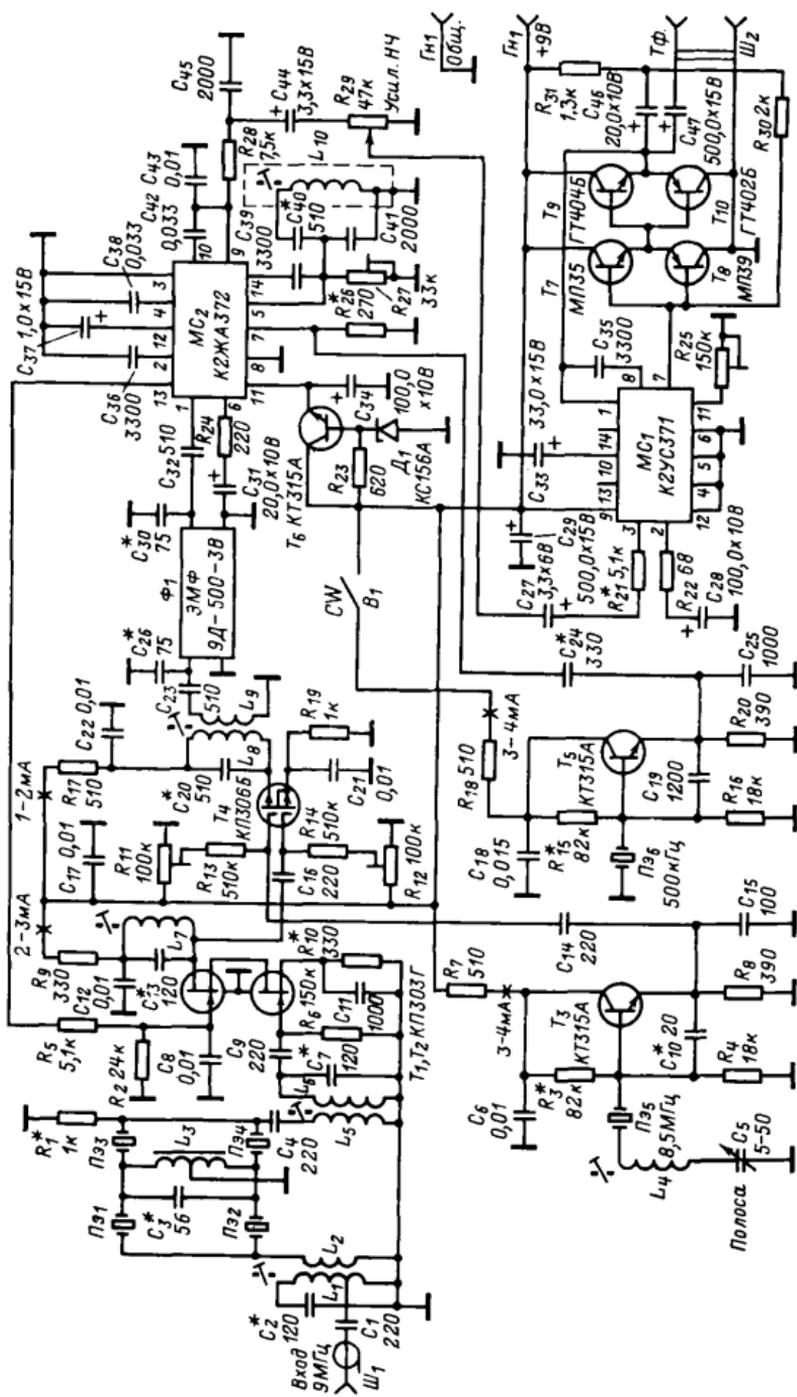
Режимы транзисторов, приведенных на схеме, измерены прибором Ц4341 в отсутствие входного сигнала при отключенном кварцевом резонаторе  $P_1$  и верхнем (по схеме) положении движка переменного резистора  $R_{64}$ .

Методика налаживания приемника — общепринятая для супергетеродинов. Особо следует остановиться лишь на настройке кварцевого фильтра. Если в качестве исходных использованы резонаторы на частоту  $8\,277\,000 \pm 15$  Гц, то частоту резонаторов  $P_2$ ,  $P_4$ ,  $P_6$  и  $P_8$  повышают до  $8\,277\,900$  Гц, а  $P_3$ ,  $P_5$ ,  $P_6$  и  $P_8$  — понижают до  $8\,276\,100$  Гц. Частоту резонаторов повышают, протирая серебряное покрытие резинкой, а понижают — протирая припоем ПОС-61.

Подогнав рабочие частоты резонаторов, запаивают фильтр и определяют его характеристики с помощью генератора стандартных сигналов и вольтметра или, еще лучше, с помощью измерителя частотных характеристик. Точную настройку фильтра осуществляют подбором нагрузочных резисторов  $R_{23}$  и  $R_{26}$  и конденсаторов  $C_{25}$  и  $C_{30}$ . Второй гетеродин настраивают на частоту  $8\,275\,800 \pm 50$  Гц.

Приемник на фиксированную частоту 9 МГц по существу представляет собой тракт промежуточной частоты для УКВ конвертеров, имеющих перестраиваемый гетеродин. Он рассчитан на прием сигналов телеграфных и телефонных (SSB и AM) радиостанций.

Чувствительность приемника 1 мкВ. Полосу пропускания можно плавно регулировать в пределах от 100 Гц до 3 кГц. Избирательность по соседнему каналу при расстройке на  $\pm 10$  кГц не хуже 85 дБ, а ослаблению зеркального канала приема не менее 50 дБ.



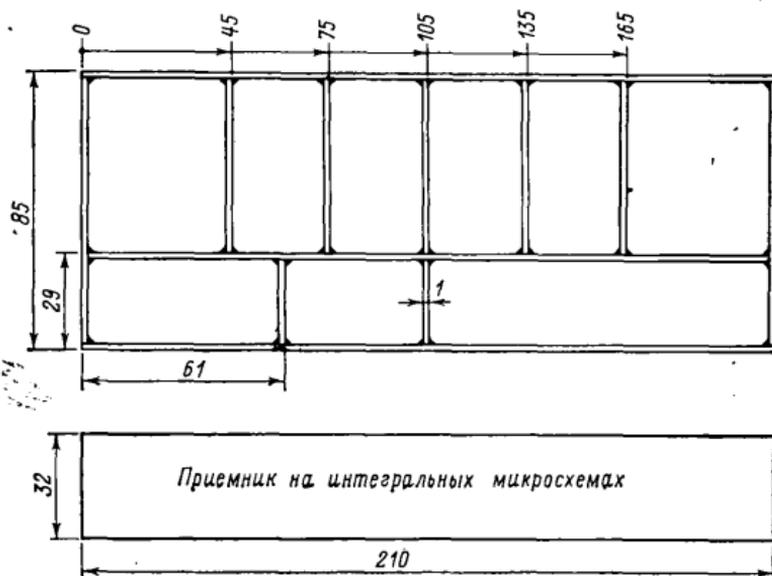


Рис. 29.

Таблица 10

Обозначение на схеме	Число витков	Провод	Намотка
$L_1$	4+12	ПЭВ-2 0,3	На каркасе $\varnothing$ 8 мм, $l=25$ мм с карбонильным подстроечным сердечником $\varnothing$ 6 мм, $l=10$ мм
$L_2$	4	ПЭВ-2 0,3	На общем каркасе с $L_1$
$L_3$	15+15	ПЭЛШО-0,12	На кольце К7Х4Х2 из феррита 30ВЧ
$L_4$	60	ПЭЛШО-0,12	На каркасе $\varnothing$ 8 мм, $l=25$ мм с карбонильным подстроечным сердечником $\varnothing$ 6 мм, $l=10$ мм
$L_5$	5	ПЭВ-2 0,3	На каркасе $\varnothing$ 8 мм, $l=25$ мм с карбонильным подстроечным сердечником $\varnothing$ 6 мм, $l=10$ мм
$L_6$	16	ПЭВ-2 0,3	На общем каркасе с $L_5$
$L_7$	16	ПЭВ-2 0,3	На каркасе $\varnothing$ 8 мм, $l=25$ мм с карбонильным подстроечным сердечником $\varnothing$ 6 мм, $l=10$ мм
$L_8$	30Х3	ЛЭ 5Х0,06	На трехсекционном каркасе, помещенном в чашку из феррита марки ] 600НН диаметром 8,6 мм
$L_9$	10	ПЭВ-2 0,1	На общем каркасе с $L_8$
$L_{10}$	30Х3	ПЭВ-2 0,12	На трехсекционном каркасе, помещенном в чашку из феррита марки 600НН, $\varnothing$ 8,6 мм

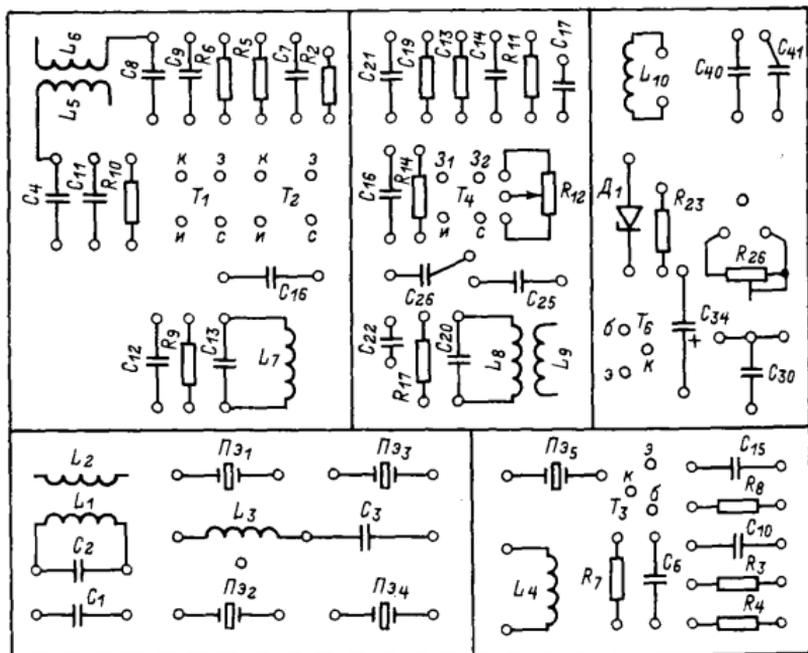


Рис. 30.

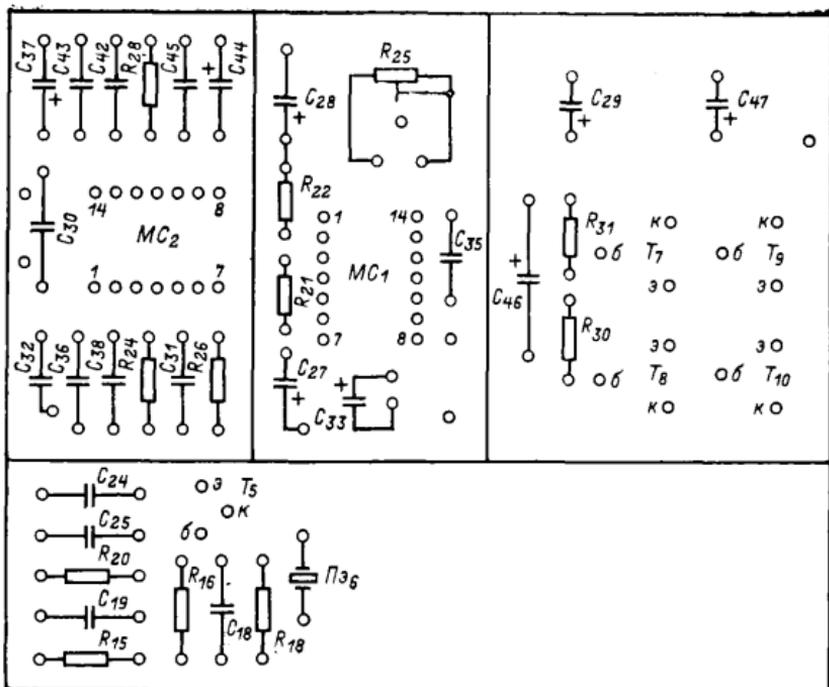
Приемник можно питать шестью элементами типа 373 («Марс»), «Сатурн» или от сетевого выпрямителя со стабилизаторным напряжением 9 В. Ток, потребляемый приемником при отсутствии сигнала, не более 25 мА. АРУ приемника обеспечивает изменение выходного напряжения не более чем на 6 дБ при изменении входного напряжения на 50 дБ.

Принципиальная схема приведена на рис. 28. Для обеспечения высокой избирательности как по соседнему, так и по зеркальному каналам на входе приемника установлен дифференциально-мостовой четырехкристалльный кварцевый фильтр на частоту 9 МГц.

С кварцевого фильтра сигнал поступает на УВЧ, выполненный по каскадной схеме на полевых транзисторах  $T_1$  и  $T_2$ , а затем на первый затвор смесителя на транзисторе  $T_4$ . На второй затвор этого транзистора подается напряжение с первого гетеродина (транзистор  $T_3$ ). Его частота стабилизирована кварцевым резонатором  $Пэ_5$ .

Изменяя частоту этого гетеродина, можно сузить полосу пропускания всего тракта приемника. Это обусловлено наличием в приемнике еще одного электромеханического фильтра ЭМФ, установленного на выходе смесителя.

Существуют только два оптимальных значения частоты гетеродина (одно для смесителя с суммированием, другое для смесителя с вычитанием), при которых полосы пропускания фильтров полностью «перекроются». Если частоту гетеродина изменить по



отношению к оптимальной, то «перекрытие» уже не будет полным. Полоса пропускания зависит от сдвига: линейно уменьшается при его росте (т. е. сдвиг на 1 кГц сужает полосу тоже на 1 кГц). Таким образом, то, к какому — высокочастотному или низкочастотному — краю полосы пропускания фильтра будет полоса сужаться, зависит от частотной схемы смесителя (суммирование или вычитание) и от знака расстройки.

Для изменения частоты первого гетеродина последовательно с резонатором включены катушка индуктивности  $L_4$  и конденсатор  $C_5$ . Изменением емкости этого конденсатора и осуществляют регулировку полосы пропускания.

На микросхеме  $MC_2$  выполнены УПЧ, детектор АМ, СW и SSB сигналов и усилитель АРУ. Сигнал с ЭМФ поступает на вывод 1 микросхемы. Подстроечным резистором  $R_{27}$  устанавливают режим работы УПЧ по постоянному току. Контур  $L_{10}C_{40}C_{41}$ , настроенный на частоту 500 кГц, ограничивает полосу пропускания тракта ПЧ на выходе, снижая тем самым шумы и повышая реальную чувствительность приемника. Подбором резистора  $R_{26}$  можно установить необходимый коэффициент усиления УПЧ. Сигнал второго гетеродина подается на вывод 7 микросхемы. Напряжение НЧ с детектора (вывод 9) через RC-фильтр  $C_{43}R_{28}C_{45}$  и переменный резистор  $R_{29}$ , с помощью которого регулируется амплитуда НЧ сигнала, подается на вход УНЧ.

Предварительный УНЧ собран на микросхеме  $MC_1$ . Сигнал подается на вывод 3 микросхемы. Резистор  $R_{24}$  определяет чувствительность и входное сопротивление микросхемы. Двухтактный выходной каскад собран на двух парах комплементарных транзисторов  $T_7$  и  $T_8$ ,  $T_9$  и  $T_{10}$ . УНЧ охвачен общей отрицательной обратной связью. Для этого вывод 1  $MC_1$  соединен с точкой симметрии выходного каскада. В этой же цепи находится и цепочка  $R_{22}$ ,  $C_{28}$ , подключенная к выводу 2 микросхемы. Конденсатор  $C_{28}$  исключает обратную связь по переменному току. Резистором  $R_{22}$  подбирается оптимальное значение обратной связи. Через конденсатор  $C_{47}$  выходной каскад может быть нагружен на громкоговоритель с сопротивлением не менее 4 Ом или на низкоомные телефоны, излучатели которых соединяют параллельно.

Приемник собран на шасси, изготовленном из листовой латуни толщиной 1 мм (рис. 29). Размещение элементов в отсеках шасси показано на рис. 30. ЭМФ установлен сверху шасси.

Конденсаторы  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_7, C_9, C_{13}, C_{14}, C_{15}, C_{16}, C_{19}, C_{20}, C_{23}, C_{24}, C_{25}, C_{26}, C_{30}, C_{32}, C_{40}, C_{41}$  — КСО;  $C_6, C_8, C_{18}, C_{12}, C_{17}, C_{18}, C_{21}, C_{22}, C_{35}, C_{36}, C_{38}, C_{39}, C_{42}, C_{43}, C_{45}$  — КЛС;  $C_{10}$  — КТ-1;  $C_{28}, C_{29}, C_{31}, C_{37}, C_{44}, C_{47}$  — К50-6;  $C_{27}, C_{33}, C_{44}$  — К53-1 или К53-4. Постоянные резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт, переменные резисторы  $R_{11}, R_{12}, R_{25}, R_{27}$  — СПО,  $R_{29}$  — СПЗ-12к.

Транзисторы КР303Г можно заменить на транзисторы КР303 с любым буквенным индексом, КТ315А — на КТ315 с любым буквенным индексом. Если для приемника используются телефоны с выходным сопротивлением 25—60 Ом, то транзистор ГТ404Б можно заменить транзисторами МП35, МП36, МП37 и МП38 с любым буквенным индексом, а ГТ404Б на МП39, МП40, МП41, МП42 с любым буквенным индексом. Транзистор КР306Б можно заменить на транзистор КР306 или КР350 с любым буквенным индексом.

Намоточные данные приведены в табл. 10.

Режимы работы транзисторов по постоянному току, приведенные на рис. 28, измерены в отсутствие сигнала при отключенных резонаторах  $Pз_5$  и  $Pз_6$ .

Ток покоя  $MC_1$  при номинальном напряжении питания должен быть не более 5 мА, а  $MC_2$  — не более 4 мА.

Настройка приемника производится в режиме приема АМ сигналов по обычной методике.

Для определения оптимальной частоты первого гетеродина необходимо знать номинальные частоты кварцевого и электромеханического фильтров. Если номинальная частота кварцевого фильтра 9000 кГц, а электромеханического — 502 кГц, то номинальная частота первого гетеродина должна быть 8498 кГц.

Установив конденсатор  $C_5$  в положение минимальной емкости, измеряют электронным частотомером частоту первого гетеродина, при необходимости известными методами изменяют частоту кварцевого резонатора. Затем устанавливают конденсатор  $C_5$  в положение максимальной емкости и снова измеряют частоту первого гетеродина. Перестройка частоты должна быть около 3 кГц. Ее устанавливают изменением индуктивности катушки  $L_4$ : подстройкой сердечником и подбором числа витков.

Частоту второго гетеродина устанавливают на 250—300 Гц ниже уровня —6 дБ на частотной характеристике ЭМФ. Подбором

конденсатора  $C_{24}$  добиваются оптимальной амплитуды гетеродина на выводе 7  $MC_2$ .

С помощью данного приемника можно принимать SSB-сигналы, но наилучшего качества можно добиться, лишь используя в приемнике отдельный SSB-детектор. Его принципиальная схема приведена на рис. 31. Конденсатор  $C_2$  детектора подключают к выводу  $10MC_2$ , а  $C_3$ —к эмиттеру транзистора  $T_5$ . Конденсатор  $C_{24}$  при этом отключают. Сигнал с линейного детектора подают на вход фильтра НЧ. Оптимальное соотношение амплитуд сигналов ПЧ и гетеродина устанавливают подстроечным резистором  $R_6$  детектора.

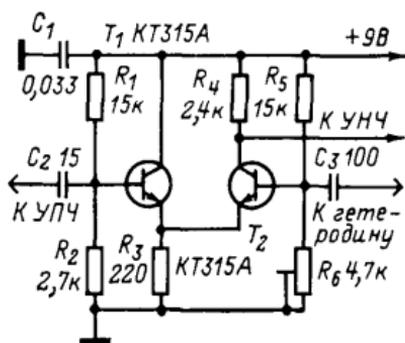


Рис. 31.

### ПЕРЕДАТЧИКИ НА 144 МГц

Передатчик с фиксированной частотой предназначен для работы на УКВ диапазоне 144—146 МГц [2] в режимах CW, AM и ЧМ.

Мощность, подводимая к выходному каскаду, в режимах CW и ЧМ составляет 4 Вт, а в режиме AM — 5 Вт.

Изменение частоты передатчика производится заменой кварцевого резонатора. Номинальное напряжение питания 20 В.

Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 32. Он состоит из задающего генератора (транзистор  $T_1$ ), утроителя ( $T_2$ ), удвоителя ( $T_3$ ), предварительных усилителей мощности ( $T_4$ ,  $T_6$ ) и оконечного каскада ( $T_7$ ).

Задающий генератор выполнен по схеме с общей базой, с включением кварцевого резонатора на частоту около 8 МГц в цепь обратной связи. Он возбуждается на третьей гармонике кварца. Все усилительные каскады и умножители частоты собраны по схеме с общим эмиттером. Напряжение смещения на базы транзисторов подаются от делителей, а для стабилизации режима транзисторов по постоянному току в цепь эмиттеров включены резисторы. Для устранения отрицательной обратной связи по переменному току в цепи эмиттеров включены развязывающие конденсаторы. Связь цепи базы во всех каскадах автотрансформаторная. В выходном каскаде для согласования транзистора с антенной применен П-образный контур.

В передатчике предусмотрена задержка подачи питания на задающий генератор. При подаче напряжения 20 В на передатчик напряжение одновременно поступает на обмотку антенного реле (на рис. 32 не показано) и транзисторы  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_6$ ,  $T_7$ . Антенное реле срабатывает и подключает нагрузку. В то же время начинает заряжаться конденсатор  $C_{27}$ . Время заряда выбрано 0,5—1 с. Как только напряжение на конденсаторе  $C_{27}$  достигнет необходимого уровня, генератор заработает. Подобная схема предохраняет от выхода из строя транзистор оконечного каскада из-за подачи возбуждающего напряжения при отключенной нагрузке.

Передатчик собран на шасси с размерами  $210 \times 57 \times 32$  мм, изготовленном из листовой латуни толщиной 1 мм (рис. 33).

Отверстия  $\varnothing 6,5$  предназначены для крепления подстроечных конденсаторов типа 1КПВМ ( $C_8, C_{12}, C_{16}, C_{21}, C_{26}$ ); четыре отверстия  $\varnothing 7,5$  — для крепления транзисторов ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ); отверстия диаметром 5,3 — для крепления проходных конденсаторов КТП-1 ( $C_1, C_2, C_6, C_9, C_{10}, C_{13}, C_{14}, C_{17}, C_{18}, C_{19}, C_{22}, C_{23}, C_{24}$ ), транзисторов  $T_6, T_7$  и проходных стоек. Конденсатор  $C_4$  типа КПК-М. Резисторы  $R_{18}$  и  $R_{22}$  типа УЛИ, остальные — МЛТ.

Намоточные данные приведены в табл. 11.

Таблица 11

Обозначение по схеме	Число витков	Отвод*	Провод	Способ намотки	Диаметр намотки (внутренний), мм
$L_1$	24	19 и 14	ПЭВ-1, $\varnothing 0,31$	Виток к витку	На каркасе $\varnothing 6$ мм
$L_2$	9	5 и 8	Посеребренный $\varnothing 0,8$	С шагом 2,0 мм	9,2
$L_3$	4	0,5 и 3		С шагом 3,5 мм	9,2
$L_4$	4	0,5 и 3			9,2
$L_5$	4	0,5 и 3		С шагом 5 мм	9,2
$L_6$	2	—			9,2

\* Отводы считают от нижнего вывода катушки

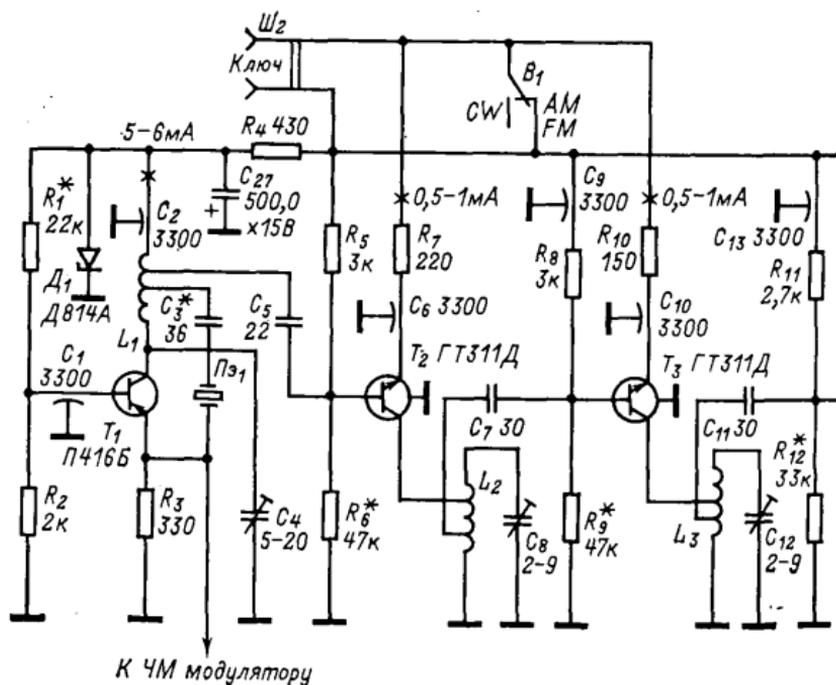


Рис. 32.

Данные режимов транзисторов передатчика приведены на рис. 32, измерены при отключенном кварце  $Pz_1$ .

Настройку передатчика начинают с задающего генератора. Медленно изменяя емкость конденсатора  $C_4$  и контролируя частоту волномером, добиваются, чтобы генератор устойчиво возбуждался на третьей механической гармонике кварца. Убедиться в правильности работы генератора можно с помощью КВ приемника, настроив его на частоту сигнала генератора в телеграфном режиме; тон в телефонах должен быть чистым.

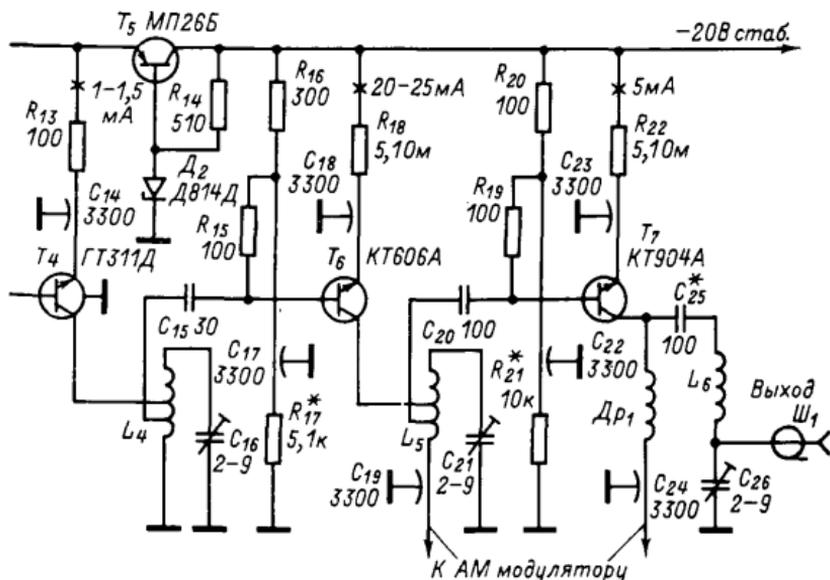
Особенно внимательно следует быть при использовании в генераторе кварцев от радиостанции РСИУ-3. Они легко возбуждаются на паразитных частотах, а иногда происходит срыв генерации при включении питания.

Более надежный генератор можно выполнить по уже рекомендованной схеме рис. 19 на полевом транзисторе КП303Г. Число витков катушки  $L_1$ —16, а катушки  $L_2$ —4. Частота кварца должна быть 7,2 МГц (12 МГц). Генератор настраивают на пятую (третью) механическую гармонику кварца 36 МГц. Сигнал с генератора через катушку связи  $L_2$  и конденсатор  $C_5$  подается на второй каскад передатчика, который теперь работает удвоителем.

Убедившись в том, что задающий генератор работает надежно, приступают к настройке остальных каскадов.

Контур  $L_2C_8$  настраивают на частоту 72 МГц (конденсатором  $C_8$ ), а контуры  $L_3C_{12}$ ,  $L_4C_{16}$ ,  $L_5C_{21}$  и  $L_6C_{26}$  — на частоту 144 МГц. При настройке контуров  $L_5C_{21}$  и  $L_6C_{26}$  выводы, идущие к АМ модулятору, подключают к корпусу и также на выход подключают нагрузку — лампу (6,3 В, 0,28 А).

Для более точного согласования подбирают отводы у катушек  $L_2$ — $L_5$ , а в выходном каскаде конденсатор  $C_{25}$ . В правильно настроенном передатчике коллекторный ток выходного транзистора



$T_7$  (при указанной выше нагрузке и работающем задающем генераторе) должен быть 150—200 мА.

После этого проверяют передатчик (волномером) на отсутствие излучения паразитных частот, кратных частоте 32 МГц (24 МГц). Если сигналы этих частот присутствуют на выходе передатчика, то необходимо уменьшить связи между каскадами (отводами катушек) и уменьшением емкостей переходных конденсаторов и более тщательно настроить все каскады.

Окончательную проверку производят УКВ приемником. При приеме сигнала в телеграфном режиме тон сигнала передатчика в телефонах должен быть чистым.

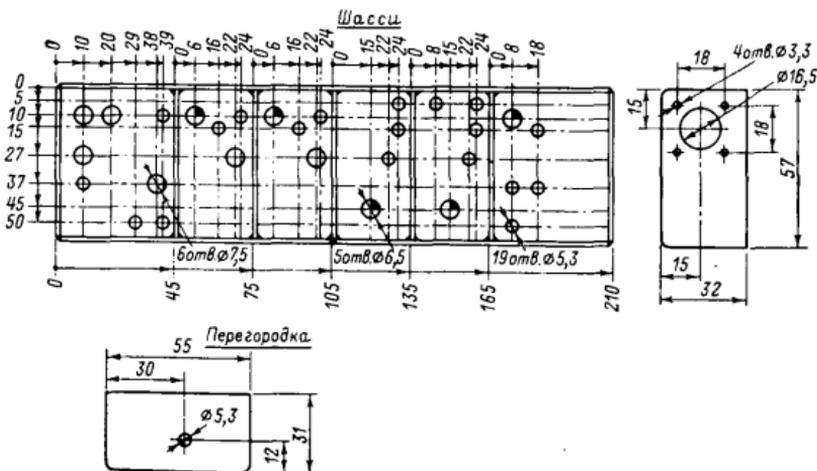


Рис. 33.

**Передатчик с плавной перестройкой частоты.** Применение кварцевой стабилизации частоты в передатчиках создает определенные трудности при работе в эфире, особенно во время соревнований. Передатчик [3], описание которого приводится ниже, позволяет плавно изменять частоту в необходимых пределах, обеспечивая при этом достаточно высокую стабильность. Он может работать как автономное устройство, используя внутренний ГПД, а также как трансверсная приставка к приемнику. Во втором варианте изменение частоты передатчика определяется плавным гетеродином приемника.

Режимы работы — телеграф и телефон (АМ и ЧМ).

Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 34. Он состоит из ГПД смесительного типа и усилителей.

Генератор плавного диапазона включает в себя опорный кварцевый генератор с каскадами умножения и усиления сигнала, интерполяционный генератор и смеситель.

Задающий генератор собран на транзисторе  $T_{11}$  по схеме с общей базой с включением кварца  $Пэ_1$  в цепь обратной связи. Он возбуждается на третьей гармонике кварца (21, 954 МГц). Каскад умножения частоты собран на транзисторе  $T_{10}$ . В коллекторной цепи  $T_{10}$  включен контур  $L_{13}C_{55}$ , выделяющий сигнал с частотой 131,723 МГц.

Этот сигнал усиливается транзистором  $T_8$  и через двухконтурный полосовой фильтр  $L_{11}, C_{43}, L_{10}C_{39}$  с емкостной связью поступает на смеситель.

Интерполяционный генератор собран на транзисторе по схеме емкостной трехточки. Перестройка частоты производится варикапом  $D_3$ . Напряжение на варикапе изменяется переменным резистором  $R_{37}$  («Частота»). Для облегчения настройки на частоту корреспондента перекрытие генератора по частоте ограничено и составляет примерно 500 кГц.

Усилитель напряжения сигнала интерполяционного генератора или сигнала гетеродина приемника — двухкаскадный. Он состоит из эмиттерного повторителя (транзистор  $T_{13}$ ) и усилителя ( $T_{12}$ ).

Нагрузкой усилителя является широкополосный контур  $L_9C_{36}$ , напряжение с которого подается на смеситель. Он собран на двухзатворном полевом транзисторе  $T_1$ . На его нагрузке двухконтурный полосовой фильтр  $L_1C_4$  и  $L_2C_7$  выделяет сигнал суммарной частоты, лежащей в диапазоне 144—146 МГц.

Усилитель мощности собран на транзисторах  $T_2—T_7$ . Все транзисторы включены по схеме с общим эмиттером. Для стабилизации режима транзисторов по постоянному току в цепь эмиттеров включены резисторы, шунтированные конденсаторами. Нагрузкой выходного каскада является П-образный контур. Если работа АМ не предполагается, то гнезда  $Г_{H_4}$  и  $Г_{H_5}$  необходимо соединить с общим проводом. К гнездам  $Г_{H_1}$  и  $Г_{H_2}$  подключается ключ.

Перестройка передатчика по диапазону производится только интерполяционным генератором или гетеродином приемника. Последующие каскады перестраивать не требуется.

Передатчик собран на шасси, изготовленном из листовой латуни толщиной 1 мм (рис. 35). Шасси разделено на отсеки перего-

Таблица 12

Обозначение по схеме	Число витков	Отвод*	Провод	Намотка	Диаметр катушки, мм
$L_1$	5	3	Посеребрённый 0,8	С шагом 4 мм	9
$L_2$	5	1			9
$L_3$	5	3,5 и 1	Посеребрённый 1,0	С шагом 3 мм	9
$L_4$	5	3,25 и 1			9
$L_5$	4	2 и 1	Посеребрённый 1,0	С шагом 4 мм	9
$L_6$	3	2,25 и 0,5			9
$L_7$	3	2,5 и 0,75	Посеребрённый 1,0	С шагом 6 мм	9
$L_8$	4	—			9
$L_9$	20	—	ПЭЛШО-0,25	С шагом 2,5 мм	9
$L_{10}$	7	5,75	Посеребрённый 0,8	Виток к витку	—
$L_{11}$	7	0,5			8
$L_{12}$	25	—	ПЭЛШО-0,35	С шагом 2,5 мм	8
$L_{13}$	7	5 и 1,5	Посеребрённый 0,8	Виток к витку	—
$L_{14}$	27	22 и 17	ПЭЛШО-0,35	С шагом 2,5 мм	8
$Dp_5$	4	—	Посеребрённый 0,5	Виток к витку	—
				С шагом 2 мм	4

\* Считая от нижнего вывода катушки.

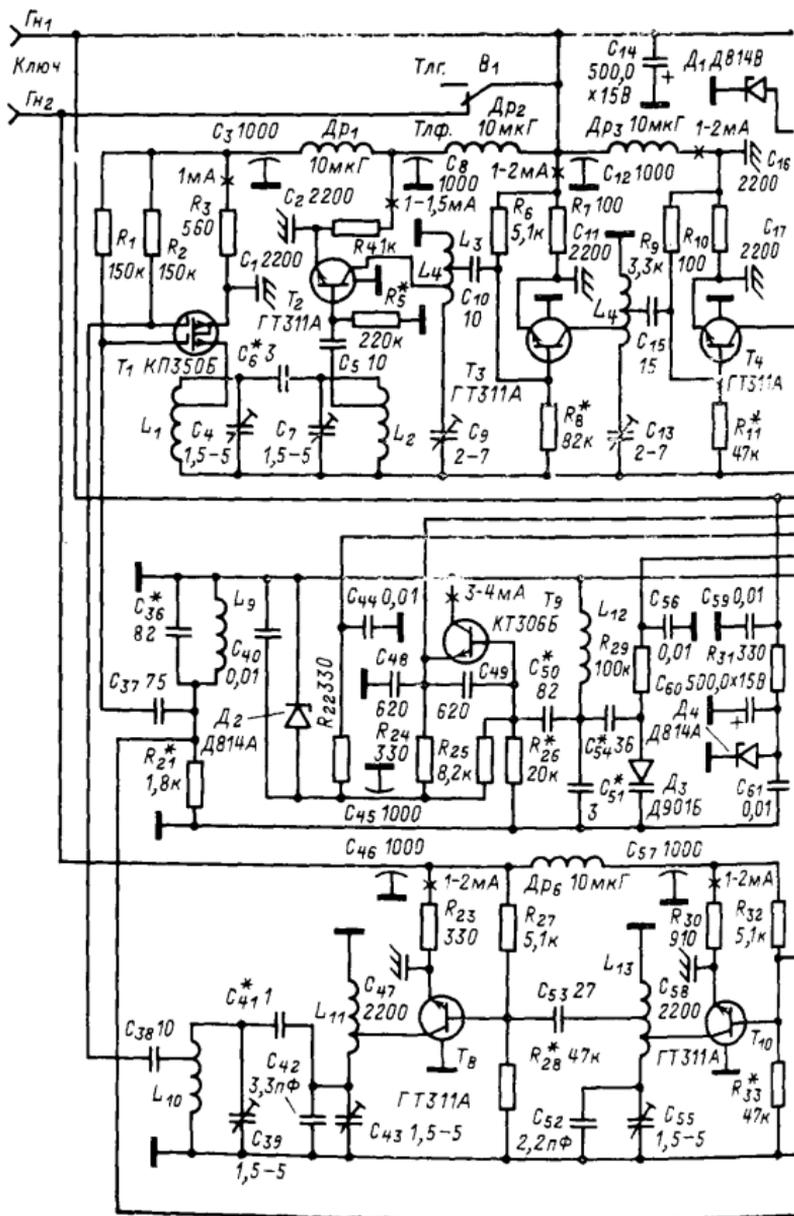
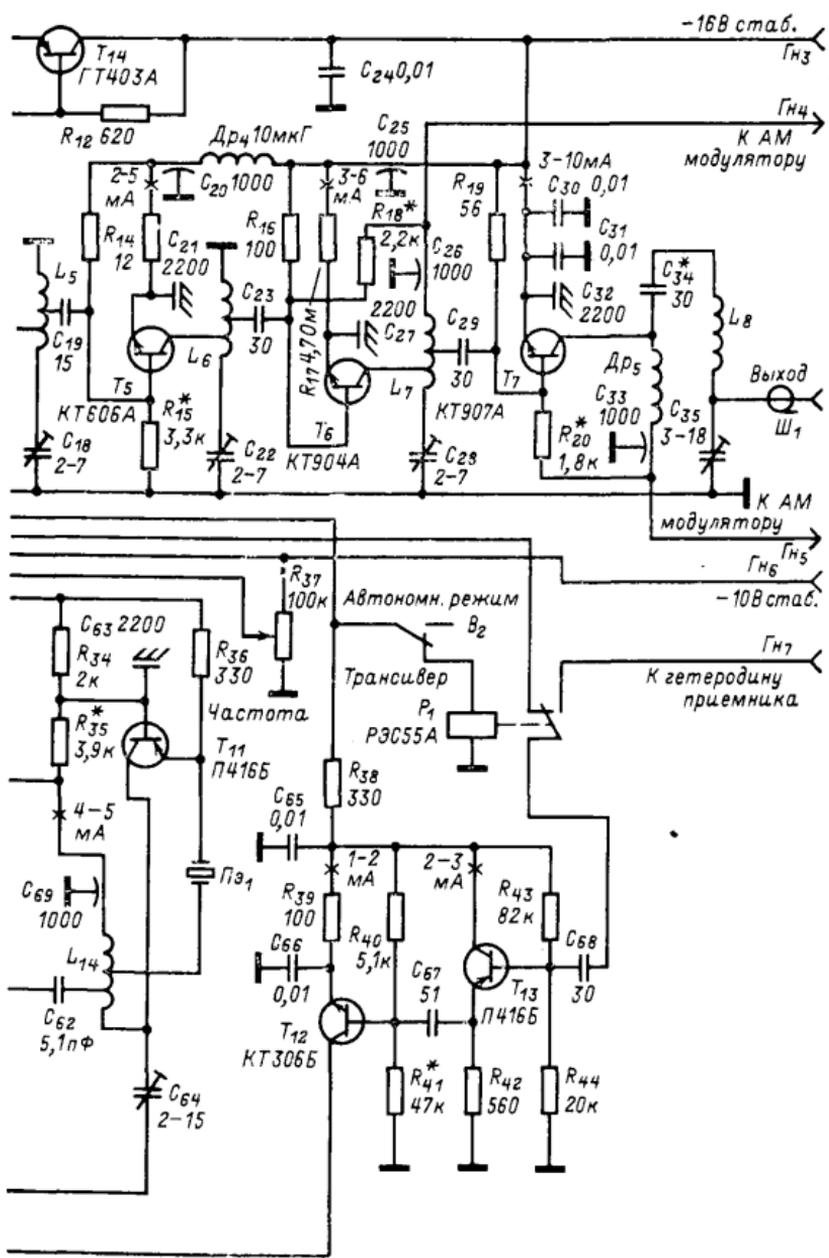


Рис. 34.



родками, на которых установлены опорные и проходные конденсаторы. Все подстроечные конденсаторы установлены на уголки, которые с помощью винтов прикрепляют к передним и задним стенкам шасси. Это необходимо для того, чтобы обеспечить свободный доступ к конденсаторам при настройке в случае установки рядом двух-трех аналогичных блоков (конвертера, передатчика и др.). Если передатчик будет эксплуатироваться отдельно, то все подстроечные конденсаторы можно установить на переднюю и заднюю стенки шасси. Переменный резистор  $R_{37}$  устанавливают на передней панели радиостанции. Расположение элементов по отсекам приведено на рис. 36.

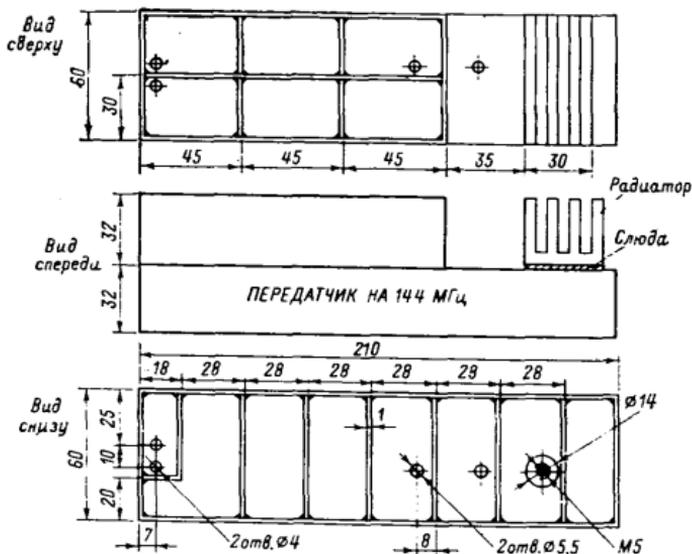


Рис. 35.

Конденсаторы  $C_1, C_2, C_{11}, C_{12}, C_{16}, C_{17}, C_{21}, C_{27}, C_{32}, C_{47}, C_{58}, C_{63}$  — КДО;  $C_3, C_8, C_{20}, C_{25}, C_{26}, C_{33}, C_{45}, C_{46}, C_{57}, C_{69}$  — КТП;  $C_5, C_6, C_{10}, C_{15}, C_{19}, C_{23}, C_{29}, C_{34}, C_{38}, C_{41}, C_{42}, C_{51}, C_{52}, C_{53}, C_{54}, C_{62}, C_{68}$  — КТ-1;  $C_{24}, C_{30}, C_{31}, C_{40}, C_{44}, C_{56}, C_{59}, C_{61}, C_{65}, C_{66}$  — КЛС;  $C_4, C_7, C_{39}, C_{43}, C_{55}, C_{64}$  — КТ2-17;  $C_9, C_{13}, C_{18}, C_{22}, C_{28}, C_{35}$  — КПВМ;  $C_{36}, C_{37}, C_{48}, C_{49}, C_{50}, C_{67}$  — КСО группы Г;  $C_{14}, C_{60}$  — К50-6. Все резисторы типа МЛТ мощностью 0,25 Вт, кроме  $R_{17}$  — УЛИ,  $R_{37}$  — СПО.

Транзисторы, за исключением  $T_{11}$ , могут быть с любым буквенным индексом.

Режимы транзисторов, указанные на схеме, измерены при отключенных кварце  $Пэ_1$  и конденсаторе  $C_{50}$ .

Намоточные данные приведены в табл. 12.

Настройку передатчика начинают с задающего генератора. Вначале настраивают контур  $L_{14}C_{64}$  на третью гармонику кварца, контролируя частоту генератора волномером и прослушивая сигнал на КВ приемнике (в телеграфном режиме).

$L_9$ $C_{36}$ $C_{37}$	$C_{44}$ $D_2$ $C_{40}$ $R_{22}$ $C_{45}$	$C_{49}$ $T_9$ $R_{24}$ $R_{26}$	$C_{56}$ $L_{12}$ $C_{51}$ $D_3$	$C_{59}$ $C_{60}$ $D_4$	$C_{63}$ $T_{11}$	$T_{14}$ $D_1$ $C_{14}$	Радиатор
$C_{38}$ $L_{10}$ $C_{39}$	$C_{46}$ $C_{41}$ $L_{11}$ $C_{43}$	$C_{47}$ $T_8$ $R_{28}$	$D_{P6}$ $C_{57}$ $L_{13}$ $C_{55}$	$C_{58}$ $T_{10}$ $R_{33}$	$L_{14}$ $C_{64}$	$PЭ1$	

$C_3$ $T_1$	$D_{P1}$ $C_8$ $T_2$ $L_{11}$	$D_{P2}$ $C_{12}$ $C_{11}$ $T_3$	$D_{P3}$ $C_{17}$ $C_{16}$ $T_4$	$C_{20}$ $C_{21}$ $T_5$	$C_{25}$ $C_{27}$ $T_6$	$C_{26}$ $L_7$	$C_{30}$ $C_{31}$ $C_{32}$ $T_7$	$C_{35}$ $L_8$ $D_{P5}$ $C_{33}$
$L_1$	$C_4$ $C_7$	$C_9$	$C_{13}$	$C_{18}$	$C_{22}$	$C_{28}$		

Рис. 36.

Этот задающий генератор также можно заменить на генератор, принципиальная схема которого приведена на рис. 19. В этом случае надо взять кварц на частоту 10,97 МГц, а контур  $L_1C_3$  настраивают на его третью механическую гармонику (32,93 МГц). При этом катушка  $L_1$  должна иметь 20 витков и должна быть намотана проводом ПЭЛШО-0,35 на каркасе диаметром 8 мм, длиной 22 мм. Катушка  $L_2$  содержит четыре витка.

Убедившись, что генератор работает надежно, настраивают контур  $L_{13}C_{55}$  и фильтр  $L_{11}C_{43}$ ,  $L_{10}C_{39}$  на частоту 131,723 МГц. Затем ВЧ вольтметром измеряют амплитуду сигнала на затворе смесителя. Она должна лежать в пределах 1—1,5 В.

Интерполяционный генератор обычно не требует настройки. Необходимо лишь подбором конденсаторов  $C_{51}$  и  $C_{54}$  подобрать необходимый диапазон перестройки.

Хорошие результаты получаются с интерполяционным генератором, выполненным по схеме рис. 37. Он имеет более высокую стабильность частоты.

Контур  $L_9C_{36}$  настраивают на частоту 12,5 МГц. Затем в автоматическом режиме, изменяя частоту интерполяционного генератора ручкой потенциометра «Частота», контролируют ВЧ напряжение на контуре  $L_9C_{36}$ .

После этого настраивают фильтр  $L_1C_4$ ,  $L_2C_7$  на частоту 145 МГц и переходят к налаживанию усилителя мощности. Сначала на выход передатчика (разъем  $Ш_1$ ) подключают нагрузку — лампу 13,5 В×0,16 А, а гнезда  $Г_{H_4}$  и  $Г_{H_5}$  — к корпусу. Контуры  $L_3C_9$ ,  $L_4C_{13}$ ,  $L_5C_{18}$ ,  $L_6C_{22}$ ,  $L_7C_{28}$  настраивают на 145 МГц.

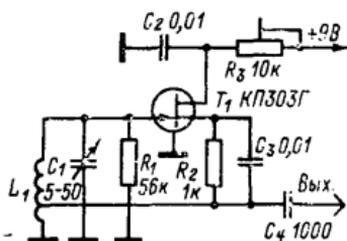


Рис. 37.

В правильно настроенном передатчике коллекторный ток транзистора  $T_7$  при указанной выше нагрузке и работающих задающих генераторах должен быть не менее 300 мА. При отключении кварца  $Пэ_1$ , а также при срыве генерации генератора сигнал на выходе передатчика должен отсутствовать. Это будет свидетельствовать о том, что в усилительных каскадах нет самовозбуждения.

В заключение необходимо проверить передатчик волномером на отсутствие излучения паразитных частот. При повторении конструкции в этом случае, если предполагается эксплуатация передатчика в трансиверном режиме, следует выбрать частоту опорного кварцевого генератора так, чтобы частоты приема и передачи совпадали. Она однозначно определяется частотной структурой (выбор частот ПЧ, гетеродинов, суммирование или вычитание в смесителях) приемника, с которым будет эксплуатироваться передатчик.

## БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ SSB-СИГНАЛА

Описываемый блок формирования однополосного сигнала может быть использован в УКВ SSB-передатчиках. Сигнал формируется на частоте 9 МГц с помощью кварцевого фильтра.

Принципиальная схема блока формирования приведена на рис. 38. На транзисторе  $T_1$  собран опорный генератор на частоту 9 МГц. С коллектора  $T_1$  высокочастотное напряжение подается на балансный модулятор, выполненный на четырех диодах  $D_1$ — $D_4$ . Балансный модулятор балансируется с помощью переменного резистора  $R_5$  и подстроечного конденсатора  $C_1$ .

С двухкаскадного УНЧ на балансный модулятор подается сигнал низкой частоты. Первый каскад усилителя выполнен по схеме с общим эмиттером. Второй каскад — по схеме с общим коллектором. Двухполосный сигнал с подавленной несущей частотой поступает на усилитель напряжения на транзисторе  $T_3$ . Усиленный сигнал выделяется на контуре  $L_3C_{15}$  и через катушку связи  $L_4$  подается на четырехкристальный кварцевый фильтр. В этом фильтре осуществляется подавление нижней или верхней боковой полосы (в зависимости от того, на какой срез частотной характеристики фильтра настроен опорный генератор). Кварцевым фильтром дополнительно подавляется и несущая частота. Сформированный SSB-сигнал с частотой 9 МГц усиливается транзистором  $T_5$ .

Намоточные данные катушек приведены в табл. 13.

Режимы транзисторов, указанные на схеме, измерены при отключенных кварце  $Пэ_1$  и микрофоне.

Настройку формирователя начинают с УНЧ, используя для этой цели звуковой генератор, вольтметр или осциллограф. Затем проверяют работоспособность опорного генератора на частоту 9 МГц и переходят к настройке фильтра.

Ее проводят в следующей последовательности. Каждый кварц подключают к опорному генератору на транзисторе  $T_1$  (на место  $Пэ_1$ ) и измеряют частоту генератора с помощью электронного частотомера. Проверив рабочие частоты всех кварцев, определяют их среднюю частоту. Затем приступают к разнесу частот кварцев  $Пэ_2$ ,  $Пэ_4$  на 1800 Гц от частоты кварцев  $Пэ_3$ ,  $Пэ_5$ . Например, если средняя частота кварцев равна 8 999 000 Гц, то частоту кварцев  $Пэ_2$ ,

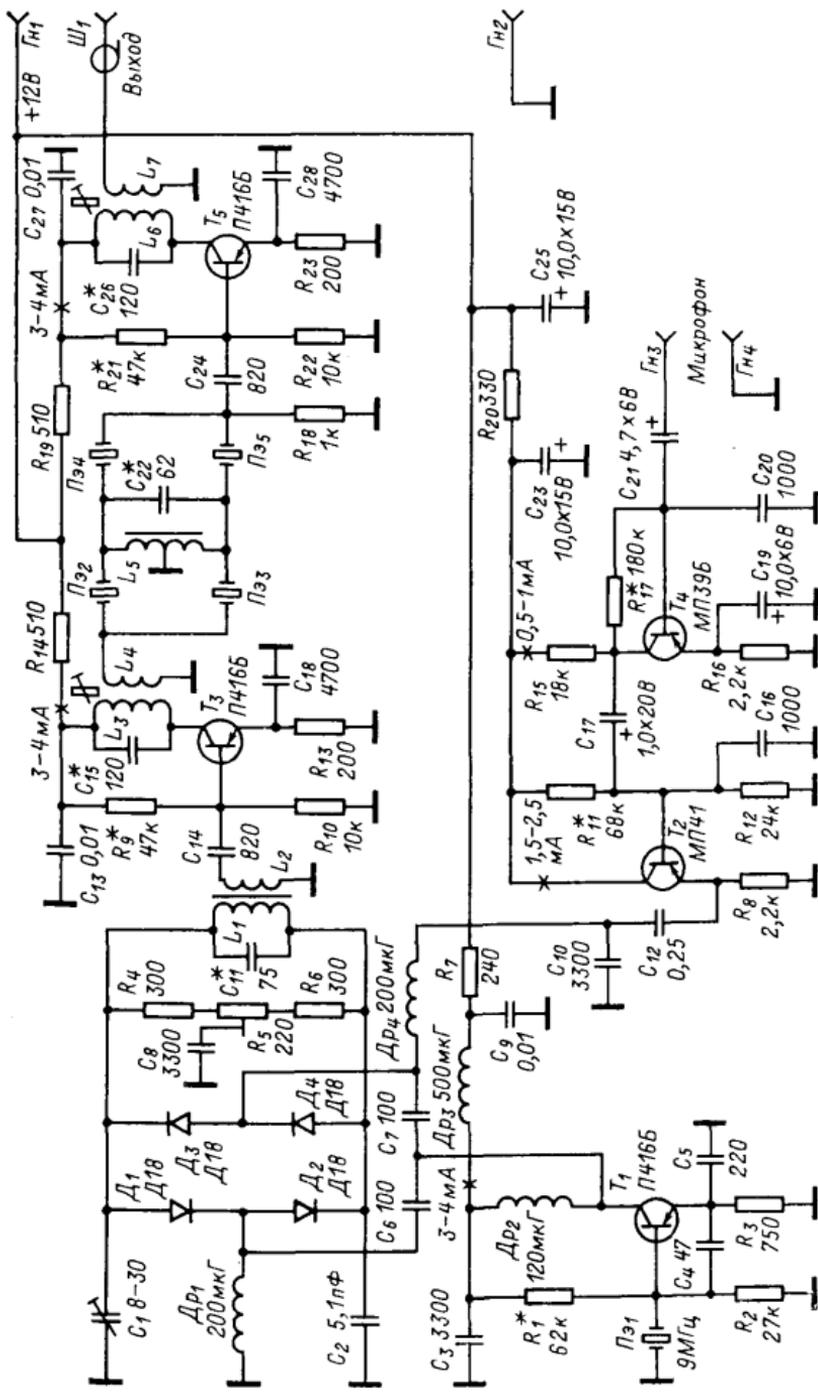


Рис 38

Обозначение по схеме	Число витков	Провод	Намотка
$L_1$	14	ПЭЛШО-0,18	На кольце $K7 \times 4 \times 2$ из феррита 30ВЧ
$L_2$	5	ПЭЛШО-0,18	На общем кольце с $L_1$
$L_3$	16	ПЭВ-2 0,3	На каркасе $\varnothing 8$ мм, $l=25$ мм с ферритовым сердечником $\varnothing 6$ мм, $l=10$ мм, $\mu=600$
$L_4$	4	ПЭВ-2 0,3	На общем каркасе с $L_3$
$L_5$	15+15	ПЭЛШО-0,12	На кольце $K7 \times 4 \times 2$ из феррита 30ВЧ
$L_6$	16	ПЭВ-2 0,3	На каркасе $\varnothing 8$ мм, $l=25$ мм с ферритовым сердечником $\varnothing 6$ мм, $l=25$ мм, $\mu=600$
$L_7$	4	ПЭВ-2 0,3	На общем каркасе с $L_4$

$Pz_4$  необходимо повысить на 900 Гц (до 8 999 900 Гц), а кварцев  $Pz_3$ ,  $Pz_5$  — понизить на 900 Гц (до 8 998 100 Гц). В таком случае кварц  $Pz_1$  настраивают на 400—500 Гц ниже частоты кварцев  $Pz_3$ ,  $Pz_5$ , т. е. примерно на 8 997 650 Гц.

После запайки кожуха к основанию кварца следует проверить вновь частоты кварцев и, если они изменились, необходимо повторить настройку с учетом влияния кожуха.

Убедившись в правильности настройки кварцев, устанавливают их в фильтр. Отключив резонатор  $Pz_1$ , на базу транзистора  $T_3$  подают сигнал частотой 9 МГц от внешнего генератора и настраивают контуры  $L_3C_{15}$ ,  $L_5C_{22}$  и  $L_6C_{26}$  в резонанс. После этого кварц  $Pz_1$  устанавливают на место и с помощью резистора  $R_5$  и конденсатора  $C_1$  добиваются минимального ВЧ напряжения на выходе формирователя. Качество формирования SSB-сигнала проверяют на слух КВ приемником (P-250 или другим аналогичным).

Этот блок формирования SSB-сигнала можно использовать, например, с передатчиком на 144—146 МГц с плавной настройкой частоты (см. рис. 34). Для этого отключают интерполяционный генератор и усилитель напряжения (транзисторы  $T_{12}$ ,  $T_{13}$ ), а на вход смесителя подают SSB-сигнал через конденсатор емкостью 100 пФ. Установив кварц  $Pz_1$  с частотой 11,25 МГц, перестраивают контур  $L_{11}C_{64}$  на частоту 33,75 МГц, а  $L_{10}C_{39}$ ,  $L_{11}C_{43}$ ,  $L_{13}C_{55}$  — на частоту 135 МГц. Для линейного усиления SSB-сигнала коллекторные токи транзисторов  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  (при отключенном кварце  $Pz_1$ ) следует установить 2—3 мА, а  $T_5$ ,  $T_6$ ,  $T_7$  — 20—30 мА. Изменение рабочей частоты передатчика производится заменой кварца  $Pz_1$ .

## МОДУЛЯТОРЫ

Амплитудный модулятор [2] предназначен для работы амплитудной модуляцией на УКВ передатчиках.

Принципиальная схема модулятора приведена на рис. 39. Первые два каскада выполнены по схеме с общим эмиттером и непосредственной связью. Третий каскад собран по двухтактной схеме.

Полоса пропускания модулятора от 100 до 5000 Гц. Выходная мощность модулятора не менее 2 Вт.

В передатчике с кварцевой стабилизацией частоты модулированный сигнал подается на коллекторы оконечного и предоконечного каскадов, а в передатчике с плавным изменением частоты — и в цепь базы оконечного каскада. Выходной трансформатор модулятора имеет отводы от вторичной обмотки, которые позволяют подобрать оптимальные уровни модулирующего сигнала отдельно для выходного и предоконечного каскадов.

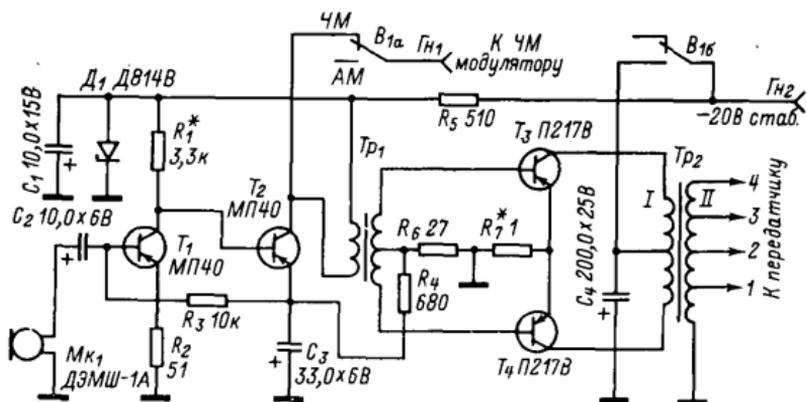


Рис. 39.

Первые два каскада амплитудного модулятора могут быть использованы в качестве предварительного УНЧ для частотного модулятора, описание которого приведено в следующем параграфе.

Переход с АМ на ЧМ осуществляется переключателем  $V_1$ , который в положении «ЧМ» снимает напряжение питания с выходного каскада модулятора, а коллектор транзистора  $T_2$  соединяется со входом частотного модулятора.

Трансформатор  $Tr_1$  использован от радиоприемника «Альпинист». В трансформаторе  $Tr_2$  первичная обмотка имеет 200 витков с отводом от середины, вторичная обмотка — 140 витков с отводом через 35 витков. Обе обмотки намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 0,41. Магнитопровод ШЛ 10 × 12,5.

Налаживание модулятора сводится к установке тока покоя выходного каскада с помощью резисторов  $R_1$  и  $R_4$ . Ток покоя должен быть около 10 мА. Затем на вход модулятора подключают звуковой генератор, а на его выход (к корпусу и выводу 4 трансформатора  $Tr_2$ ) две лампы (26 В, 0,12 А), соединенные параллельно, и вольтметр переменного тока.

При подаче на вход модулятора сигнала от звукового генератора напряжением 10 мВ напряжение на выходе должно быть не менее 10 В.

Частотный модулятор [2] предназначен для работы с задающим генератором УКВ передатчика, частота которого стабилизирована кварцем. Применение угольного микрофонного капсуля позволило создать малогабаритное экономичное устройство.

Принципиальная схема частотного модулятора приведена на рис. 40. Сигнал звуковой частоты от угольного микрофона  $MK_1$  поступает на варикап  $D_2$ . Резистор  $R_1$  задает ток через микрофон, а подстроечным резистором  $R_4$  устанавливают постоянное смещение на варикапе.

В модуляторе можно использовать угольные микрофонные капсулы МК-10 или МК-16-180-Н.

Налаживают модулятор, контролируя сигнал УКВ передатчика с помощью приемника с ЧМ детектором. Оптимальной модуляции добиваются изменением смещения на варикапе и подбором связи с передатчиком (конденсатор  $C_3$ ).

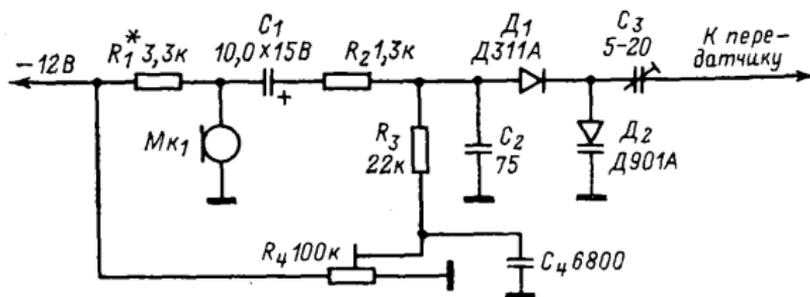


Рис. 40.

При использовании динамического микрофона сигнал предварительно усиливают (например, предварительным услителем амплитудного модулятора) и подают на конденсатор  $C_1$ . В этом случае резистор  $R_1$  и микрофон  $MK_1$  отключают.

## УТРОИТЕЛИ

Утроитель на варикапе для диапазона 430 МГц в сочетании с транзисторным передатчиком, работающим в диапазоне 144—146 МГц, позволяет получить сигнал, лежащий в диапазоне

432—438 МГц. Коэффициент полезного действия утроителя около 50%. Максимальная выходная мощность — 4 Вт. Утроитель можно применять как в полевых, так и в стационарных условиях. Главное преимущество утроителя — отсутствие источника питания.

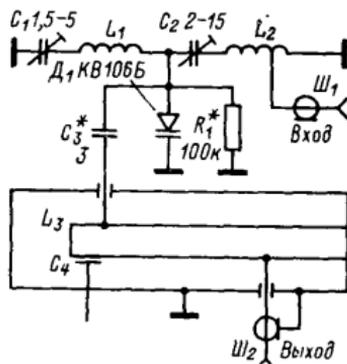


Рис. 41.

ного сопротивления утрителя с антенной — подбором отвода резонатора  $L_3$ . Контур  $L_1C_1$  настроен на частоту 288 МГц,  $L_2C_2$  — на частоту 144 МГц, а  $L_3C_4$  — на частоту 432 МГц.

Катушки  $L_1$ ,  $L_2$  бескаркасные, внутренним диаметром 9 мм,  $L_1$  содержит три витка,  $L_2$  — шесть витков с отводом от двух, если считать от заземленного вывода. Они намотаны посеребрянным медным проводом диаметром 0,8 мм. Размеры резонатора  $100 \times 30 \times 30$  мм. Центральный проводник резонатора изготовлен из медной трубки диаметром 10 мм. Его длина — 85 мм.

Конструкция утрителя настолько проста (рис. 42), что изготовление его под силу даже начинающему радиолюбителю. Из

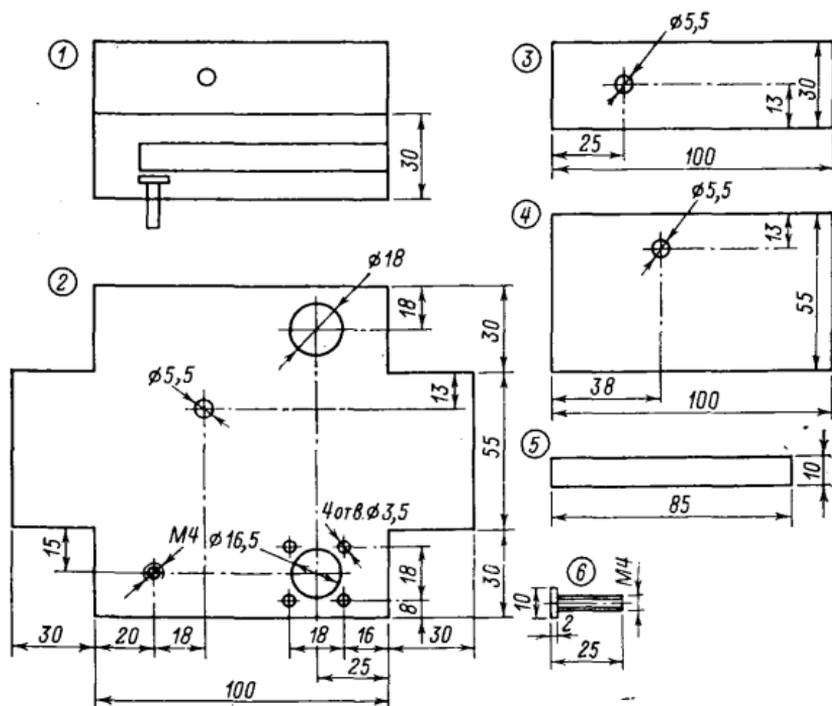


Рис. 42.

листовой меди или латуни толщиной 0,8—1,5 мм вырезают заготовку корпуса 2, перегородку 3 и радиатор 4, просверливают необходимые отверстия и с помощью паяльника мощностью 100 Вт пропанвают стыки корпуса 1, 2 и перегородку 3. Затем нарезают резьбу в отверстиях для подстроечного винта (можно припаять латунную гайку), завинчивают его до упора. Трубку 5 припаяют к корпусу 1, 2, а радиатор — снизу корпуса.

Центральный проводник резонатора 5 изготовлен из куска медной или латунной трубки с внешним диаметром 10 мм. Для плавного изменения емкости конденсатора  $C_4$  желательно в подстроечном винте 6 и корпусе 1 нарезать мелкую резьбу. Отверстие  $\phi 5,5$  в

корпусе предназначено для крепления варикапа. Отверстие  $\varnothing 16,5$  и четыре отверстия  $\varnothing 3,5$ —для крепления розетки (выход 432 МГц), а отверстие  $\varnothing 18$ —для крепления вилки (вход 144 МГц).

Для устранения затухания ВЧ сигнала в переходах и кабеле вилка ( $\text{Ш}_1$ ) крепится непосредственно к корпусу, и тем самым имеется возможность подключать утритель к передатчику на 144 МГц без дополнительного кабеля. Конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  приклеены к корпусу. Конденсатор  $C_3$  припаивается непосредственно к трубке на расстоянии 10—15 мм от незаземленного конца центрального проводника резонатора, а выход 432 МГц—на расстоянии 25 мм от его заземленного конца.

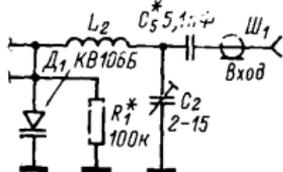


Рис. 43.

Настройку утрителя начинают, подключив его к передатчику на 144—146 МГц, а к выходу утрителя—нагрузку (лампу 6,3 В, 0,28 А). Затем включают передатчик и контролируют волномером наличие на выходе утрителя сигнала с частотой 432 МГц. Контуры  $L_2C_2$  и  $L_1C_1$  подстраивают до получения максимального значения сигнала на частоте 432 МГц. Подбором конденсатора  $C_3$  добиваются, чтобы резонатор перестраивался конденсатором  $C_4$  в диапазоне 430—440 МГц, а подбором отвода катушки  $L_2$  добиваются оптимального согласования передатчика на 144 МГц и утрителя. При замене передатчика на 144 МГц следует снова подбирать отвод катушки  $L_2$ .

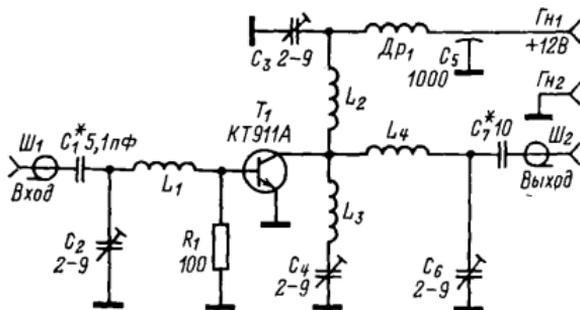


Рис. 44.

Входную цепь утрителя можно выполнить по схеме, приведенной на рис. 43. Эта схема согласования имеет ряд преимуществ. В частности, легче согласовать утритель с передатчиком и не нужно изолировать ротор конденсатора  $C_2$  от корпуса. Катушка  $L_2$  содержит пять витков. Контур  $L_2C_2$  настраивают (конденсатором  $C_2$ ) на частоту 144 МГц. На утритель необходимо подавать напряжение с амплитудой не более 120 В и мощностью не более 7 Вт.

Транзисторный утритель на 430 МГц предназначен для работы с транзисторным УКВ передатчиком диапазона 144—146 МГц. Номинальная выходная мощность утрителя 1 Вт.

Принципиальная схема утрителя приведена на рис. 44. Он собран на высокочастотном кремниевом транзисторе КТ911А. На выходе утрителя установлен фильтр  $L_1C_1C_2$ , настроенный на частоту 144 МГц. С его помощью утритель согласуют с УКВ передатчиком.

Транзистор включен по схеме с общим эмиттером. В коллекторной цепи транзистора включены три фильтра. Первый фильтр  $L_2C_3$  настраивают на частоту 144 МГц. Второй фильтр  $L_3C_4$  — на

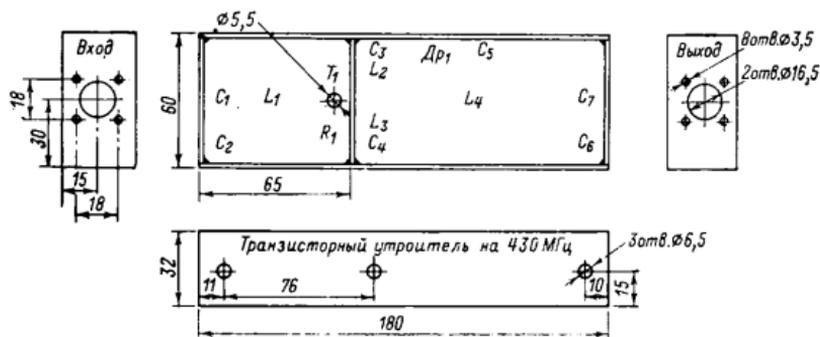


Рис. 45.

частоту второй гармоники сигнала 288 МГц. Эти фильтры необходимы для подавления частот первой и второй гармоник сигнала на выходе утрителя. Третий контур  $L_4C_6$  настраивают на частоту 432 МГц. Согласование утрителя с нагрузкой производится подбором емкости конденсаторов  $C_6$  и  $C_7$ .

Утритель собран на шасси с размерами  $180 \times 60 \times 32$  мм, изготовленном из листовой латуни толщиной 1 мм (рис. 45).

Отверстия диаметром 6,5 мм на передней и задней стенках предназначены для установки подстроечных конденсаторов  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_6$  типа ИКПВМ. Конденсатор  $C_5$  — проходной. Его устанавливают на задней стенке шасси. Для крепления транзистора служит отверстие диаметром 5,5 мм. Высокочастотные разъемы — СР-75-166Ф.

Намоточные данные катушек приведены в табл. 14 ( $DP1$  имеет индуктивность 10 мкГ).

Расположение элементов в отсеках шасси приведено на рис. 45. Налаживание утрителя начинают, подключив его к передатчику на 144 МГц, а к выходу утрителя — нагрузку (лампу 6,3 В,

Таблица 14

Обозначение по схеме	Число витков	Провод	Намотка
$L_1$	5	} Посеребренный 1 мм } Посеребренный 1,8 мм	} Бескаркасная } $\varnothing 9$ мм } Отрезок провода длиной 100 мм
$L_2$	7		
$L_3$	3,5		
$L_4$	—		

0,28 А). Включив передатчик и утритель на 144 МГц, настраивают контур  $L_1C_1C_2$  на частоту 144 МГц (конденсатором  $C_2$ ) по максимальному показанию волномера, работающего на частоте 144 МГц. Оптимального согласования добиваются конденсатором  $C_1$ . Режекторные контуры  $L_2C_3$  и  $L_3C_4$  настраивают на минимум прохождения на выход утрителя частот 144 и 288 МГц.

**Варакторный утритель на 1215—1300 МГц**, описание которого приводится ниже, работает с передатчиком на диапазон 430 МГц.

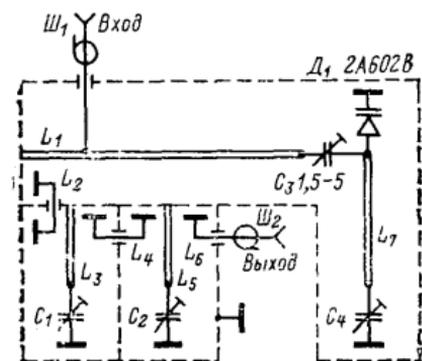


Рис. 46.

Коэффициент полезного действия утрителя около 40%. Его принципиальная схема приведена на рис. 46. Высокочастотное напряжение от передатчика 430 МГц поступает на разъем  $Ш_1$ . Согласование утрителя с передатчиком производится с помощью контура  $L_1C_3$ , настроенного на частоту 432 МГц. Контур  $L_7C_4$  предназначен для подавления второй гармоники входного сигнала. Он настроен на частоту 864 МГц. Сигнал с частотой 1296 МГц подается на двухконтурный полосовой фильтр  $L_3C_1$  и  $L_5C_2$ , с выхода которого он через петлю связи  $L_6$  поступает на разъем  $Ш_2$ .

Утритель собран на шасси с размерами  $124 \times 76 \times 32$  мм. Для повышения жесткости его изготавливают из листовой латуни толщиной 2 мм (рис. 47). Шасси также можно выфрезеровать из

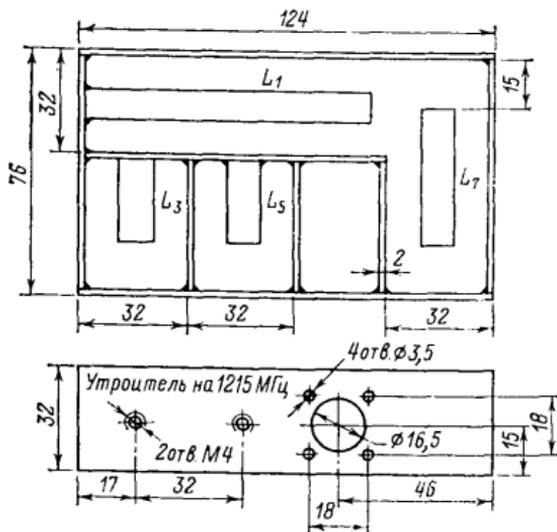


Рис. 47.



лучения напряжения  $-9,5$  В и  $-20$  В). Разметка передней панели радиостанции показана на рис. 49.

Перевод радиостанции из автономного режима работы приемного и передающего трактов в трансиверный режим осуществляется тумблером «Плавно — трансивер». В автономном режиме приемник настраивают основной ручкой «Настройка», а передатчик — ручкой «Частота».

Переключатель «Контроль» предназначен для переключения микроамперметра. В положении « $U$ » прибор измеряет напряжение питания передатчика (шкала 20 В), в положение « $i$ » — ток потребления передатчика (шкала 1 А), в положении  $S$  — сигнал АРУ (шкала 100 мкА); в положении « $i_{пр}$ » — ток потребления приемника (шкала 100 мА), в положении « $U_{пр}$ » — напряжение питания приемника (шкала 10 В).

В заключение следует отметить, что радиостанция длительное время эксплуатировалась в телефонном и телеграфном режимах. Регулярно проводились связи на расстоянии до 150 км, а при хорошем тропосферном прохождении удавалось установить радиосвязи на расстоянии до 950 км. Корреспондентами отмечались хорошее качество сигнала и высокая стабильность частоты.

## ПРОВЕРКА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОСТАНЦИИ

Чувствительность приемного устройства оценивают через максимальную чувствительность либо через коэффициент шума. Для измерения максимальной чувствительности применяются генератор стандартных сигналов и вольтметр с большим входным сопротивлением. Схема изменения чувствительности [9] приведена на рис. 50.

Согласование генератора с приемным устройством производится с помощью резистора  $R$ . Его сопротивление зависит от выходного сопротивления генератора и входного сопротивления приемного устройства. Неправильный подбор этого резистора может привести к значительным ошибкам.

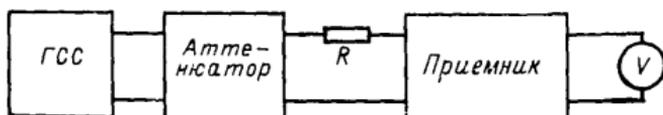


Рис. 50.

Чувствительность обычно измеряют в режимах приема телеграфных и SSB-сигналов, при этом регулятор усиления НЧ приемного устройства устанавливают в положение максимального усиления. При выключенном генераторе устанавливают усиление ВЧ таким, чтобы напряжение шумов на выходе приемного устройства было на 10 дБ ниже уровня, соответствующего нормальной громкости приема. Включают генератор в режиме непрерывной генерации и подстраивают его до получения на выходе приемного устройства напряжения частотой около 1 кГц.

Затем уменьшают сигнал с генератора до получения напряжения на выходе приемного устройства, соответствующего нормальной громкости приема. Значение выходного напряжения, отсчитанного по шкале аттенюатора генератора, будет являться максимальной чувствительностью приемного устройства.

При измерении чувствительности приемного устройства в режиме приема АМ сигналов генератор включают в режиме с внутренней амплитудной модуляцией (1 кГц). Глубину модуляции устанавливают равной 30%.

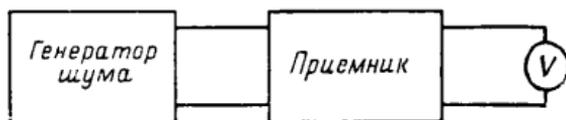


Рис. 51.

Одним из самых простых методов измерения чувствительности приемного устройства УКВ диапазонов является измерение коэффициента шума. Этот метод широко применяется любителями в связи с тем, что генератор шума легче построить, чем высокочастотный генератор с калиброванным выходным напряжением.

Схема измерения коэффициента шума [7] приведена на рис. 51. На выход детектора подключают высокоомный вольтметр постоянного тока, АРУ отключают и ручной регулировкой усиления приемного устройства устанавливают уровень собственных шумов, равный 1 В. Если ручной регулировки усиления нет, то можно измерять при любом начальном напряжении шума.

Затем включают генератор шума и, изменяя напряжение накала диода (2Д2С), добиваются, чтобы показания прибора на выходе приемного устройства возросли в 1,41 раза. Установив необходимую мощность шума, определяют анодный ток диода.

Коэффициент шума рассчитывают по формуле

$$K_{ш} = 20 I_a R_A,$$

где  $K_{ш}$  — коэффициент шума, кТ<sub>0</sub>;  $I_a$  — анодный ток диода, А;  $R_A$  — сопротивление нагрузки диода, равное сопротивлению эквивалента антенны, Ом.

**Избирательность** [10] характеризуется уменьшением чувствительности приемного устройства на какой-либо частоте по сравнению с чувствительностью на частоте настройки. Поэтому измерение избирательности производят по тем же схемам (рис. 50), что и измерение чувствительности. В связи с этим измерения обычно производят одновременно.

При измерении избирательности по соседнему каналу вначале измеряют чувствительность приемника, а затем изменяют частоту генератора на 10 кГц, например, в сторону уменьшения и подбирают такое выходное напряжение генератора, при котором напряжение на выходе приемника вновь становится равным номинальному. Отношение этих напряжений, выраженное в децибелах, даст ослабление приема по соседнему каналу.

После этого частоту генератора увеличивают на 10 кГц относительно частоты настройки приемника и производят те же изме-

рения. Окончательно за избирательность по соседнему каналу принимают наименьшее из двух получившихся значений.

Измерение избирательности по зеркальному каналу производят так же, но генератор перестраивают на частоту, которая выше (ниже) частоты настройки приемника на удвоенную промежуточную.

**Полоса пропускания** приемника также измеряется по схеме рис. 50. Установив на выходе приемника номинальное напряжение (сигнал ГСС должен быть в полосе пропускания приемника), изменяют частоты генератора в сторону уменьшения до тех пор, пока это напряжение не уменьшится до уровня 0,7 от номинального. По шкале генератора определяют частоту  $f_1$ . Повторяют измерения при изменении частоты генератора в сторону увеличения и по шкале генератора определяют частоту  $f_2$ . Полоса пропускания приемного устройства по уровню 0,7 будет равна  $\Delta f = f_2 - f_1$ .

**Диапазон принимаемых частот** приемником производится по схеме рис. 50. Установив блок конденсаторов переменной емкости в крайнее положение, подают на вход приемника сигнал с генератора и частоту генератора устанавливают по максимуму напряжения, измеряемого вольтметром на выходе приемника. По шкале генератора определяют частоту приема. Затем производят аналогичные измерения при установке блока конденсаторов в другом крайнем положении. Значение, полученное от разницы частот, отсчитанных со шкалы генератора в крайних положениях блока конденсаторов приемника, будет диапазоном принимаемых частот.

**Автоматическая регулировка усиления.** После настройки приемника можно также проверить эффективность работы АРУ [10]. Характеристика работы АРУ представляет собой зависимость выходного напряжения приемника от входного. Снимают эту характеристику следующим образом. На вход приемника подают от генератора такое высокочастотное напряжение  $U_{вх1}$ , чтобы напряжение на выходе приемника было равно 0,25 нормального при среднем положении регулятора громкости. Напряжение генератора должно быть модулировано сигналом частоты 1 кГц. Замечают показания вольтметра на выходе приемника  $U_{вых1}$ , а затем изменяют выходное напряжение генератора в 2, 3, 4, 10, 20, 100, 500, 1000, 5000 и 10 000 раз, одновременно отмечая показания вольтметра. По полученной зависимости выходного напряжения от входного строят характеристику АРУ. Работу АРУ характеризуют отношением

$$\frac{U_{вых1} - U_{вых2}}{U_{вх1} - U_{вх2}},$$

где  $U_{вх2}$  и  $U_{вых2}$  — пороговые значения соответственно входного и выходного напряжений, при которых АРУ начинает действовать.

Это отношение выражают в децибелах. Работу АРУ проверяют на каждом диапазоне.

**Диапазон передаваемых частот** (частоту передачи) в любительской практике определяют с помощью волномера или УКВ приемного устройства, а также электронного частотомера.

**Стабильность частоты задающих генераторов** чрезвычайно важна как для приемного, так и для передающего устройств. Измерение стабильности в любительских условиях производится с помощью цифрового частотомера или кварцевого калибратора. Замеры частоты начинают с момента включения генератора и проводят на протяжении нескольких часов с интервалами 10 мин. По

данным, полученным при измерениях, строят график временной стабильности частоты генератора, где по оси абсцисс откладывают значение  $t$ , мин, а по оси ординат —  $\Delta f$ , Гц. Все измерения необходимо проводить при постоянной окружающей температуре и неизменном напряжении питания.

**Качество модуляции.** Качество амплитудной модуляции в передающих устройствах проверяют следующим образом. На выход передающего устройства подключают нагрузку (например, лампу 13,5 В, 0,18 А) и амплитудный детектор. Связь между выходом передатчика и детектором устанавливают минимальную, а к детектору подключают низкочастотный осциллограф. На вход амплитудного модулятора подают напряжение от генератора низкой частоты (его амплитуда должна быть соизмерима с амплитудой сигнала от микрофона, используемого радиолюбителем) и наблюдают на экране осциллографа форму низкочастотного сигнала. Поскольку амплитудный детектор практически не вносит искажений в форму низкочастотного сигнала, то все искажения сигнала обусловлены трактом передающего устройства. Изменяя частоту генератора, определяют качество сигнала в диапазоне частот. С помощью амплитудного детектора и осциллографа можно контролировать качество (форму) телеграфного сигнала.

Качество модуляции или манипуляции можно оценить на слух, прослушивая сигнал на приемнике. Во избежание перегрузок приемника (это может привести к неправильной оценке качества модуляции) его следует установить на определенном расстоянии от передатчика.

**Выходная мощность.** Измерение выходной мощности УКВ радиостанции в любительских условиях вызывает определенные трудности. Наиболее простой и достоверный способ — это измерение ВЧ напряжения на эквиваленте антенны (50 или 75 Ом — в зависимости от используемого фидера). На диапазоне 144 МГц вполне приемлемый эквивалент антенны можно создать, соединив параллельно (для получения необходимой мощности рассеивания) три-четыре резистора МЛТ-2. Так, четыре включенных параллельно резистора сопротивлением 300 Ом образуют эквивалент антенны сопротивлением 75 Ом и допустимой мощностью 8—10 Вт.

Выходную мощность рассчитывают по формуле

$$P = \frac{U^2}{R},$$

где  $P$  — мощность, Вт;  $U$  — действующее значение напряжения, В;  $R$  — сопротивление эквивалента, Ом.

В диапазоне 430 МГц (а тем более в диапазоне 1215 МГц) использование такого эквивалента антенны может привести к зна-

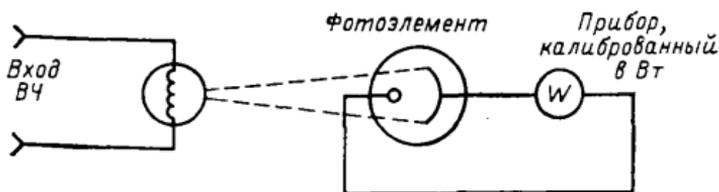


Рис. 52.

чительным ошибкам в измерении выходной мощности. Здесь следует применять специальные высокочастотные сопротивления типа УНУ.

Одним из самых простых методов измерения ВЧ мощности является фотометрический [11]. Прибором, построенным в любительских условиях, в котором заложен фотометрический метод, можно измерять выходную мощность передающего устройства в диапазонах 144—146 и 430—440 МГц.

Фотометрический метод измерения показан на рис. 52. При подаче на прибор высокочастотного напряжения накаливается нить лампы, и поток световых лучей падает на фотоэлемент. Возникающий электрический ток регистрируется прибором. Прибор калибруется подачей известной мощности от источника постоянного тока или из питающей сети переменного тока частотой 50 Гц.

Выходная мощность передающего устройства в телеграфном режиме определяется в режиме «нажатия», а при амплитудной и частотной модуляциях — при отсутствии модулирующего сигнала.

Таблица 1

Основные данные полевых транзисторов

Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Тип транзистора		
			КТ306А	КТ306Б	КТ306В
Ток стока при $U_{зи} = 0$	$I_C$	мА	—	—	—
Крутизна характеристики	$S$	мА/В	—	3,0 — 8,0	—
Напряжение отсечки	$U_{зиотс}$	В	4	4	6
Пороговое напряжение	$U_{зипор}$	В	—	—	—
Ток затвора	$I_3$	мА	5	5	5
Предельная частота усиления	$f_T$	МГц	—	—	—
Коэффициент шума	$F_{ш}$	дБ	7	7	7
Входная емкость	$C_{11н}$	пФ	5	5	5
Проходная емкость	$C_{12н}$	пФ	0,07	0,07	0,07
Выходная емкость	$C_{22н}$	пФ	—	—	—
Максимальное напряжение сток — затвор	$U_{СЗмакс}$	В	20	20	20
Максимальное напряжение сток — исток	$U_{СИмакс}$	В	20	20	20
Максимальный ток стока	$I_{Смакс}$	мА	150	150	150
Максимальная рассеиваемая мощность	$P_{макс}$	мВт	+ 125	+ 125	+ 125
Максимальная температура окружающей среды	$T_{ср.макс}$	°С	— 60	— 60	— 60
Минимальная температура окружающей среды	$T_{ср.мин}$	°С	—	—	—
Тип перехода, тип канала	Переход, канал		Встроенный канал л-типа		

Обозначение	Единица измерения	Тип транзистора									
		КП303А	КП303Б	КП303В	КП303Г	КП303Д	КП303Е	КП303Ж	КП303И		
$I_C$	мА	0,5—2,5	0,5—2,5	1,5—5,0	3,0—12	3,0—9,0	5,0—20	0,3—3,0	1,5—5,0		
$S$	мА·В	1,0—4,0	1,0—4,0	2,0—5,0	3,0—7,0	3,0—2,6	4,0	1,0—4,0	2,0—6,0		
$U_{3И\text{ отс}}$	В	3	3	4	8	8	8	0,3—3,0	0,3—2,0		
$U_{3И\text{ пор}}$	В	—	—	—	—	—	—	—	—		
$I_3$	нА	1	1	1	0,1	1	1	5	5		
$f_T$	МГц	—	—	—	—	—	—	—	—		
$F_{ш}$	дБ	—	—	—	—	—	4	—	—		
$C_{11и}$	пФ	6	6	6	6	6	6	6	6		
$C_{12и}$	пФ	2	2	2	2	2	2	2	2		
$C_{2и}$	пФ	—	—	—	—	—	—	—	—		
$U_{С3\text{ макс}}$	В	30	30	30	30	30	30	30	30		
$U_{СИ\text{ макс}}$	В	25	25	25	25	25	25	25	25		
$I_{С\text{ макс}}$	мА	20	20	20	20	20	20	20	20		
$P_{\text{ макс}}$	мВт	200	200	200	200	200	200	200	200		
$T_{\text{ ср. макс}}$	°С	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100		
$T_{\text{ ср. мин}}$	°С	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60		

Переход, канал

р-п с л-каналом

Таблица 3

Обозначение	Единица измерения	Тип транзистора						
		КТ305Д	КТ305Е	КТ305Ж	КТ305И	КТ350А	КТ350Б	КТ350В
$I_C$	мА	5,2 — 10,5	Не регламентируется	Не регламентируется	Не регламентируется	Не регламентируется	Не регламентируется	Не регламентируется
$S$	мА/В	4,0 — 8,0	4,0 — 8,0	5,2 — 10,5	4,0 — 10,5	4,0 — 10,5	4,0 — 10,5	4,0 — 10,5
$U_{зи\text{ отс}}$	В	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
$U_{зи\text{ пор}}$	В	—	—	—	—	—	—	—
$I_3$	нА	1,0	0,005	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$f_T$	МГц	—	—	—	—	—	—	—
$F_{ш}$	дБ	7,5	—	7,5	—	—	—	—
$C_{111}$	пФ	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
$C_{121}$	пФ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$C_{221}$	пФ	—	—	—	—	—	—	—
$U_{с3\text{ макс}}$	В	15	15	15	15	15	15	15
$U_{с1\text{ макс}}$	В	15	15	15	15	15	15	15
$I_{с\text{ макс}}$	мА	15	15	15	15	15	15	15
$P_{\text{ макс}}$	мВт	150	150	150	150	150	150	150
$T_{\text{ ср. макс}}$	°С	+125	+125	+125	+125	+125	+125	+125
$T_{\text{ ср. тип}}$	°С	—60	—60	—60	—60	—60	—60	—60
Переход, канал		Встроенный канал л-типа			Встроенный канал л-типа			Встроенный канал л-типа

испытатель — напряжение между эмиттером I и сток, затвор — между затвором 2 и сток.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов Б., Шульгин Г. Телеграф в SSB аппаратуре. — «Радио», 1976, № 9, с. 22—23.
2. Горбатый В. И., Палиенко Н. К. УКВ радиостанция на транзисторах. — «Радио», 1974, № 11, с. 21—23; 1974, № 12, с. 22—24; 1975, № 1, с. 23—24.
3. Горбатый В. И., Палиенко Н. К. УКВ трансивер. — «Радио», 1976, № 1, с. 18—19.
4. Меснянкин В. Радиоловительский измерительный комплекс. — В кн.: Лучшие конструкции 26-й выставки творчества радиолюбителей. М., ДОСААФ, 1975, с. 128—208.
5. Кучурин М. Малогабаритный осциллограф. — В кн.: Лучшие конструкции 26-й выставки творчества радиолюбителей. М., ДОСААФ, 1975, с. 191—198.
6. Волков В. Малогабаритный волномер средней точности. — В кн.: Лучшие конструкции 26-й выставки творчества радиолюбителей. М., ДОСААФ, 1975, с. 174—180.
7. Казута И. Измерение коэффициента шума радиоприемника. — В сб.: В помощь радиолюбителю. Вып. 28. М., ДОСААФ, 1966, с. 48—55.
8. Дудич И. И. Самодельные радиоэлектронные устройства. Ужгород, «Карпаты», 1969, 190 с. с ил.
9. Кудрявцев Ю. Параметры любительских приемников. — «Радио», 1975, № 12, с. 17—19.
10. Соболевский А. Г. Я строю супергетеродин. М., «Энергия», 1967. 128 с. с ил.
11. Грей Л., Грэхэм Р. Радиопередатчики. М., «Связь», 1965. 480 с. с ил.
12. Терещук Р. М. и др. Малогабаритная радиоаппаратура. Справочник радиолюбителя. Киев, «Наукова думка», 1975. 560 с. с ил.
13. Горбатый В. И. Конвертер на 430 МГц. — «Радио», 1977, № 4, с. 24—25.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Структурные схемы любительских УКВ радиостанций . . . . .	4
УКВ радиостанции с передатчиками на фиксированную частоту . . . . .	4
УКВ радиостанции с плавным изменением частоты передатчиков . . . . .	8
УКВ трансиверы . . . . .	11
Основные блоки радиостанции . . . . .	13
Конвертеры на 144 МГц . . . . .	13
Конвертеры на 430 МГц . . . . .	26
Конвертер на 1215 МГц . . . . .	35
Приемники . . . . .	38
Передатчики на 144 МГц . . . . .	49
Блок формирования SSB-сигнала . . . . .	58
Модуляторы . . . . .	60
Утроители . . . . .	62
Блок питания . . . . .	67
УКВ радиостанция на диапазоны 144 и 430 МГц . . . . .	69
Проверка основных параметров радиостанции . . . . .	70
Приложение . . . . .	75
Список литературы . . . . .	78

**Владимир Иванович Горбачый**  
**ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ УКВ РАДИОСТАНЦИИ НА ТРАНЗИСТОРАХ**

Редактор Б. Г. Степанов  
Редактор издательства Н. В. Ефимова  
Обложка художника Е. Л. Зайцевой  
Технический редактор М. Г. Юханова  
Корректор З. Б. Драновская  
ИБ № 1664

Сдано в набор 22.05.78	Подписано к печати 18.10.78	Т-19910
Формат 84×108 <sup>1/32</sup>	Бумага типографская № 2 Гарн. шрифта литературная	
Печать высокая	Усл. печ. л. 4,2	Уч.-изд. л. 5,18
Тираж 40 000 экз.	Заказ 697	Цена 40 к.

Издательство «Энергия», 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.  
Московская типография № 10 Союзполиграфпрома при Государственном  
комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и  
книжной торговли. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.