

Я.С. ЛАПОВOK

# Я СТРОЮ КВ РАДИО СТАНЦИЮ



Я. С. ЛАПОВОК

# Я СТРОЮ КВ РАДИОСТАНЦИЮ

МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ СССР  
1983

Рецензент кандидат технических наук В. Т. Поляков

## ВВЕДЕНИЕ

Сотни тысяч людей самых разных профессий увлечены коротковолновым радиолюбительством — проведением экспериментальных радиосвязей на специально выделенных частотах радиоволн, длина которых лежит в пределах 10—160 м.

В нашей стране радиолюбители-коротковолновики могут работать в следующих диапазонах:

28000...29700 кГц — 10-метровый,  
21000...21450 кГц — 15-метровый,  
14000...14350 кГц — 20-метровый,  
7000...7100 кГц — 40-метровый,  
3500...3650 кГц — 80-метровый,  
1850...1950 кГц — 160-метровый.

Обычный путь в коротковолновое радиолюбительство начинается с «наблюдения», т. е. с приема любительских коротковолновых радиостанций, записи результатов этих наблюдений в «аппаратный журнал» и рассылки карточек-квитанций радиостанциям, работа которых зафиксирована. В подтверждение правильности наблюдения (после проверки данных, содержащихся в полученной от наблюдателя карточке) коротковолновик — владелец передающей радиостанции высылает коротковолновику-наблюдателю свою карточку-квитанцию.

Освоив правила работы на любительских коротковолновых радиостанциях, радиолюбитель получит доступ в увлекательный и полезный мир: в нем и романтика связи с самыми удаленными и труднодоступными точками нашей планеты, и спортивный азарт разнообразных соревнований, и мало с чем сравнимое счастье эксплуатировать созданную собственными руками аппаратуру. Полученные в процессе занятий короткими волнами знания радиостанционного и специалиста по приемной, передающей аппаратуре и антенным устройствам полезны и для мирного труда, и для службы в Советской Армии.

В радиолюбительских радиостанциях используют несколько способов передачи информации, но наиболее популярны и распространены два: работа телеграфом незатухающими колебаниями, работа телефоном на одной боковой полосе.

При работе телеграфом управление излучением передатчика производится с помощью телеграфного ключа: ключ нажат, и в эфир излучается сигнал постоянной частоты и амплитуды, ключ отжат — и излучение сигнала прекращается. Несмотря на крайнюю простоту, этот способ используется большинством радиолюбителей,

так как позволяет медленно, но верно, с помощью азбуки Морзе, вести радиосвязь, занимая полосу частот, измеряемую долями килогерц.

Применяемая в коротковолновых радиовещательных станциях передача телефонных сигналов амплитудной модуляцией излучаемого сигнала позволяет использовать наиболее простые приемные и передающие устройства, но требует полосы частот, в два раза превышающей полосу частот передаваемого сигнала (8—12 кГц), и непрерывной передачи мощного сигнала несущей частоты, не содержащего передаваемой информации. В настоящее время радиолюбители практически не используют этот вид модуляции, а применяют телефонные передатчики, излучающие только одну полезную часть сигнала, модулированного по амплитуде (содержащего несущую частоту и две боковые полосы) — одну боковую полосу, используя при этом полосу частот всего 3 кГц.

В нашей стране передающие коротковолновые радиостанции делятся на 4 категории:

для начинающих радиолюбителей. Могут работать только на диапазоне 160 м с мощностью 5 Вт телеграфом и телефоном (на одной боковой полосе или с амплитудной модуляцией);

3-й категории. Могут работать на диапазонах 10, 40 и 80 м с мощностью 10 Вт телеграфом и на диапазоне 160 м телефоном (мощностью 5 Вт);

2-й категории. Могут работать телеграфом на всех коротковолновых диапазонах, за исключением 15-метрового, и телефоном на диапазонах 10, 80 и 160 м. Мощность передатчиков на диапазонах 10, 20, 40 и 80 м — 40 Вт, на диапазоне 160 м — 5 Вт;

1-й категории. Могут работать телеграфом и телефоном на всех коротковолновых диапазонах. Мощность передатчиков на диапазоне 160 м — 10 Вт, на остальных диапазонах — 200 Вт.

Начав знакомство с короткими волнами в качестве наблюдателя, радиолюбитель в течение нескольких лет может достичь вершины иерархии наших коротковолновиков — получить разрешение на эксплуатацию радиостанции 1-й категории. Нужно ли, идя по этому пути, несколько раз обзаводиться новой аппаратурой (ведь наблюдателю нужен только приемник, начинающим — только радиостанция на 160 м, любителям, использующим радиостанции 3-й и 2-й категорий, — в основном приемопередатчик, работающий телеграфом, а любителям, имеющим дело с радиостанцией 1-й категории, — мощный приемопередатчик, работающий на всех диапазонах как телеграфом, так и телефоном)? Конечно, нет.

Значительно рациональней, соорудив специальный приемник, позволяющий принимать сигналы любительских радиостанций, уже предусмотреть в нем возможность наращивания узлов, превращающих его сначала в телеграфный приемопередатчик, затем в телефонный и телеграфный с последовательным увеличением мощности. Последнее усовершенствование коротковолновой радиостанции, о котором будет рассказано в этой книге, — введение в нее

«цифровой шкалы», позволяющей достичь большего удобства работы в эфире.

**Приступая к созданию КВ радиостанции, радиолюбитель должен знать, что коротковолновый приемник можно строить без каких-либо специальных разрешений, но превращать его в приемопередатчик можно только получив от Министерства связи разрешение на постройку передающей радиостанции. Такое разрешение можно получить по ходатайству радиоклуба, радиотехнической школы или местной организации ДОСААФ.**

Постройка КВ радиостанции требует определенной квалификации радиолюбителя: он должен знать основы радиотехники, устройство приемников и передатчиков, уметь грамотно заменять рекомендованный элемент схемы на имеющийся в его распоряжении, аккуратно выполнять слесарные работы, безошибочно монтировать схему, иметь необходимые измерительные приборы и правильно ими пользоваться.

Если у вас нет опыта самостоятельного изготовления коротковолновой аппаратуры, браться за сооружение описываемой радиостанции в одиночку не стоит; необходимо вступить в «компанию» с более опытными радиолюбителями, строить радиостанцию в радиокружке, на коллективной радиостанции, в радиотехнической школе ДОСААФ.

## 1. Приемник коротковолновика-наблюдателя

Даже самый хороший радиовещательный приемник, имеющий коротковолновый диапазон (или несколько таких диапазонов), нельзя использовать для успешного наблюдения за работой любительских КВ радиостанций. Прежде всего, он должен позволять принимать их сигналы на всех 6 перечисленных во введении диапазонах; радиовещательный же приемник обеспечивает прием только в 40-метровом любительском диапазоне (по ГОСТ 5651 для всех классов радиовещательных приемников оговорен диапазон частот коротковолновых диапазонов 3950...12100 кГц). Кроме того, вещательные приемники рассчитаны на прием радиостанций, использующих амплитудную модуляцию, практически не применяемую радиолюбителями. Но на этом «недостатки» радиовещательных приемников не заканчиваются. По данным ГОСТ, чувствительность приемника высшего класса в диапазоне коротких волн должна быть 50 мКв (для приемников I, II, III, IV классов 150, 150, 200 и 300 мКв соответственно). Необходимая же чувствительность приемника коротковолновика определяется по табл. 1.

Таблица 1

Оценка силы сигнала (шкала «S»)	Качественная оценка силы сигнала	Величина сигнала на входе приемника, мКв
1	Едва слышно, прием невозможен	0,2
2	Очень слабые сигналы, прием невозможен	0,4
3	Очень слабые сигналы, прием с большим напряжением	0,8
4	Слабые сигналы, прием с небольшим напряжением	1,5
5	Удовлетворительные сигналы, прием почти без напряжения	3
6	Хорошие сигналы, прием без напряжения	6
7	Умеренно громкие сигналы	12
8	Громкие сигналы	25
9	Очень громкие сигналы	50

Различия в требованиях к чувствительности приемников объясняются различием в мощности радиостанций, сигналы которых они должны принимать: радиовещательные передатчики имеют мощности до сотен киловатт, а любительские — до сотен ватт. Большая же часть любителей использует передатчики мощностью в единицы или десятки ватт. Кроме того, на коротких волнах редко бывает нужно принимать сигналы радиовещательных станций, находящихся на другом континенте (одна и та же программа обычно передается несколькими передатчиками, расположенными

в различных частях света}. А цель коротковолновика-наблюдателя — принять сигналы именно наиболее удаленной радиостанции.

Существенны различия и в требованиях к избирательности рассматриваемых приемников. Для вещательного приемника необходима полоса пропускания 6...10 кГц, а ослабление по соседнему каналу для приемников высшего класса должно быть 60 дБ при расстройке на 10 кГц. Упрощенно можно считать, что на диапазоне 40 м (его ширина 100 кГц) радиовещательным приемником можно принять без взаимных помех не более 5 радиостанций. А ведь на этом диапазоне можно одновременно услышать сотни любительских радиостанций! Радиолюбительский приемник должен иметь полосу пропускания для работы телефоном близкую к 3 кГц (ширина полосы частот, излучаемых однополосным передатчиком) и значительное ослабление сигналов соседнего канала (т. е. при расстройках на 2—3 кГц), а для работы телеграфом желательна еще более узкая полоса пропускания. Радиовещательный приемник предназначен для приема сигналов наиболее мощных источников радиоизлучения, а любительский — наиболее слабых при одновременном воздействии на его вход мощных сигналов радиовещательных станций или находящихся иногда на расстоянии сотни метров соседей-коротковолновиков. Поэтому для любительского коротковолнового приемника чрезвычайно важен не оговариваемый для радиовещательных приемников динамический диапазон — характеристика, определяющая его реальную избирательность в условиях внеполосных помех.

При приеме однополосных и телеграфных сигналов любительских радиостанций частота низкочастотного сигнала на выходе приемника определяется точностью его настройки на частоту передатчика, так что допустимые уходы частоты настройки приемника за время любительской радиосвязи не должны превышать десятков (в крайнем случае нескольких сотен) герц. В вещательном приемнике допустимые уходы частоты настройки определяются только его полосой пропускания (это объясняется приемом одновременно и боковых полос, и несущей частоты амплитудномодулированного сигнала), поэтому они измеряются единицами килогерц.

По всем рассмотренным характеристикам требования к любительскому коротковолновому приемнику оказываются значительно жестче. Обратная картина только в величине выходной мощности. Для вещательного приемника она составляет единицы или даже десятки ватт. А поскольку в семье (несмотря на большую привлекательность коротковолнового радиолюбительства) вы скорее всего окажетесь единственным человеком, желающим пользоваться любительским приемником, то он может быть рассчитан для работы на головные телефоны или маленький динамический громкоговоритель и иметь выходную мощность всего около 0,1 Вт.



## 1.1. СХЕМА ПРИЕМНИКА

Современные приемники с высокими характеристиками строятся по супергетеродинной схеме. Их структура в значительной мере определяется выбором элемента, обеспечивающего избирательность по соседнему каналу.

Радиолюбителям доступны следующие типы избирательных устройств: фильтры сосредоточенной селекции, выполненные на LC-контурах; пьезокерамические фильтры; электромеханические фильтры.

Наибольшую избирательность по соседнему каналу обеспечивают электромеханические фильтры. Именно поэтому в рассматриваемом приемнике используется фильтр типа ЭМФ 500-9Д-3В (электромеханический фильтр на частоту 500 кГц, девятидисковый, пропускающий полосу частот 3 кГц, расположенную выше частоты 500 кГц).

Выбор элемента, обеспечивающего избирательность по соседнему каналу, определяет промежуточную частоту 500 кГц.

Достаточная избирательность по зеркальному каналу может быть обеспечена при отношении частот на входе и выходе преобразователя не более 10, поэтому супергетеродинный приемник с промежуточной частотой 500 кГц при использовании одного преобразования частоты может быть выполнен для работы на частотах ниже 5 МГц, т. е. только для любительских диапазонов 160 и 80 м. Исходя из этого, приемник на все КВ диапазоны должен иметь два преобразователя частоты. Он может быть с постоянной первой промежуточной частотой или с переменной первой промежуточной частотой.

В первом варианте гетеродин первого преобразователя частоты перестраивается, а гетеродин второго преобразователя работает на фиксированной частоте и, следовательно, может быть стабилизирован кварцевым резонатором.

Во втором варианте гетеродин первого преобразователя частоты на каждом диапазоне работает на фиксированной частоте, и его целесообразно стабилизировать кварцевыми резонаторами (число которых будет равно числу диапазонов в приемнике), а гетеродин второго преобразователя частоты должен перестраиваться.

Рассматриваемый приемник выполнен с фиксированной первой промежуточной частотой, что существенно упрощает фильтр первой ПЧ, не требует большого числа кварцевых резонаторов (в нашем приемнике всего один кварц) и обеспечивает «растяжку» каждого диапазона на необходимую часть шкалы настройки.

Конечно, трудности по обеспечению стабильности частоты приемника с кварцевой стабилизацией частот первого гетеродина были бы меньшими, чем в нашем случае (перестраиваемый гетеродин работает на более низких частотах), но они не исчезли бы вообще. При определенной же настойчивости можно получить

вполне достаточную стабильность частоты с «высокочастотным» генератором плавного диапазона (ГПД).

Первая ПЧ в приемнике равна 5 МГц. Такой выбор обеспечивает практическое отсутствие внутренних помех от комбинационных частот преобразователей частоты для всех шести любительских диапазонов, хорошую избирательность по зеркальным каналам обоих преобразователей частоты и возможность стабилизации двух гетеродинов — 3-го (обеспечивающего восстановление несущей частоты при детектировании) и 2-го одним кварцевым резонатором. Частота 1-го гетеродина (500 кГц) стабилизируется кварцевым резонатором, который придается к ЭМФ 500-9Д-3В. После двукратного утроения этой частоты получаем 4,5 МГц, т. е. частоту гетеродина, обеспечивающего преобразование 1-й ПЧ 5 МГц во 2-ю ПЧ 500 кГц.

Полоса пропускания, определяемая фильтром 2-й ПЧ (3 кГц), прекрасно согласуется с полосой частот, излучаемых любительскими радиостанциями при работе телефоном на одной боковой полосе (SSB). Однако при работе телеграфом желательно дополнительно сузить полосу пропускания, что достигается простым, но достаточно эффективным способом — сужением до 1 кГц полосы пропускания усилителя низкой частоты (УНЧ). Элементы избирательности включены сразу после детектора во входном каскаде УНЧ.

### Принципиальная электрическая схема приемника

Принципиальная электрическая схема приемника дана на рис. 1.1.

От разъема *X1* входной сигнал поступает на П-контур, обеспечивающий согласование входа приемника с антенной. Сдвоенный конденсатор переменной емкости *C2A*, *C2B* обеспечивает выбор величины связи с антенной, *C3* — настройку П-контура в резонанс, переключатель *S1* изменяет индуктивность, включенную в П-контур при переходе с диапазона на диапазон. В показанном на схеме положении переключателя обеспечивается настройка на диапазоне 160 м. Конденсатор *C1* шунтирует большую часть витков катушки *L1* при работе на высокочастотных диапазонах.

Через маленькую емкость связи *C4* сигнал с П-контура подается на узкополосный фильтр, перестраиваемый внутри каждого диапазона конденсатором *C6*. Отсюда сигнал поступает на вход УВЧ с регулируемым коэффициентом усиления. Нагрузкой УВЧ служат полосовые фильтры, ширина полосы пропускания которых равна полной ширине каждого любительского диапазона. Переключение диапазонов приемника осуществляется переключателем *S2*, который показан на схеме в положении «160 м». Между выходом УВЧ и полосовыми фильтрами включен резистор *5R1*, предотвращающий самовозбуждение УВЧ на УКВ.

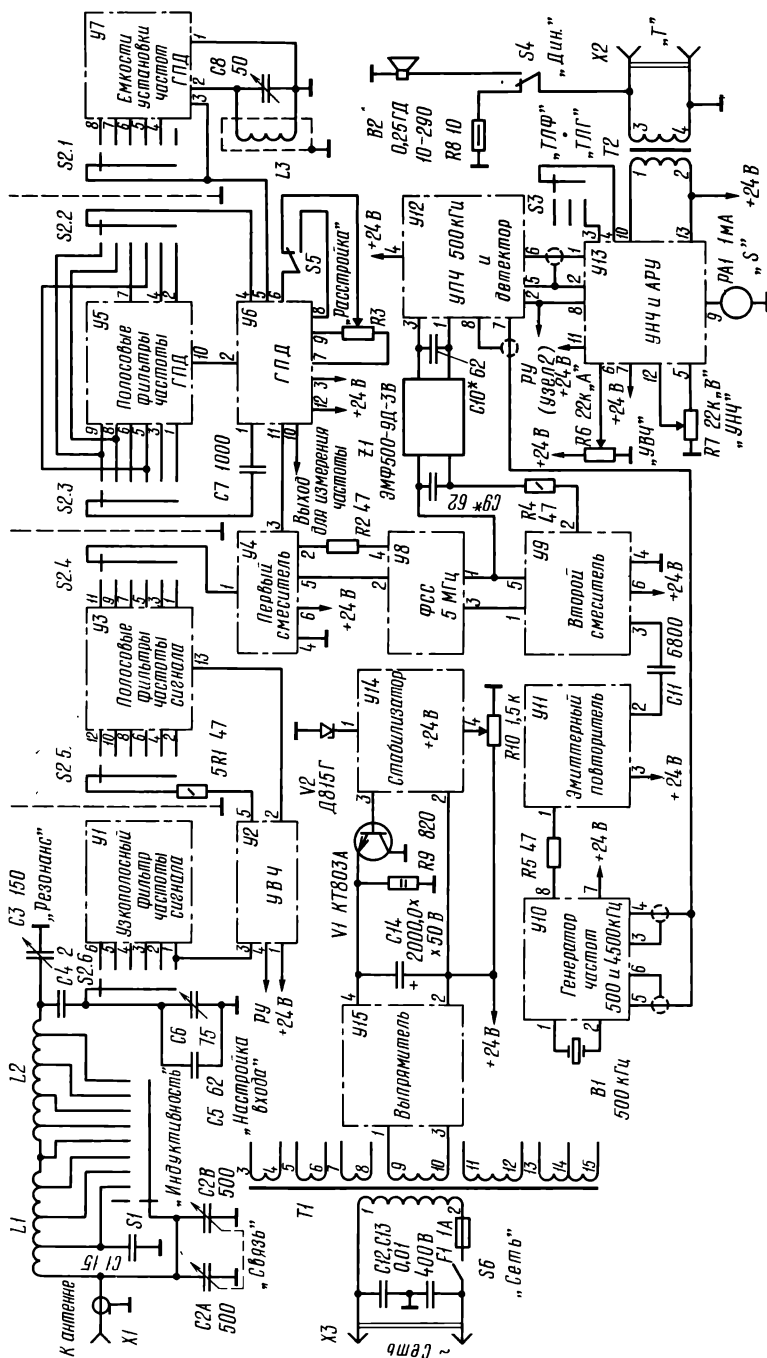


Рис. 1.1. Принципиальная электрическая схема приемника

С выхода полосового фильтра сигнал передается на вход первого смесителя, выход которого соединен с фильтром первой ПЧ — ФСС на 5 МГц резистором  $R2$ , предотвращающим самовозбуждение на УКВ.

Сигнал ГПД выделяется полосовыми фильтрами частоты ГПД и подается на «гетеродинный» вход смесителя.

Частота выходного сигнала ГПД определяется высокостабильной катушкой индуктивности  $L3$ , емкостями установки частот ГПД, переключаемыми  $S2-1$ , и режимом работы ГПД (табл. 2).

Таблица 2

Диапазон, приемника, МГц	Диапазон настройки контура с $L3$ МГц	Режим работы ГПД	Диапазон частот на выходе ГПД, МГц
1,85 ... 1,95	6,85 ... 6,95	Без удвоения частоты	6,85 ... 6,95
3,5 ... 3,65	8,5 ... 8,65	Без удвоения частоты	8,5 ... 8,65
7,0 ... 7,1	6,0 ... 6,05	С удвоением частоты	12,0 ... 12,1
14,0 ... 14,35	9,0 ... 9,35	Без удвоения частоты	9,0 ... 9,35
21,0 ... 21,45	8,0 ... 8,225	С удвоением частоты	16,0 ... 16,45
28,0 ... 29,7	11,5 ... 12,35	С удвоением частоты	23,0 ... 24,7

Таким образом, на диапазонах 160, 80 и 40 м частоты на выходе ГПД выше частот принимаемых сигналов и частота сигнала на выходе первого смесителя равна:

$$f_{\text{ПЧ1}} = f_{\text{ГПД}} - f_{\text{сигнала}}.$$

Чем выше частота сигнала на этих диапазонах, тем ниже частота первой ПЧ. Поэтому используемые на низкочастотных диапазонах однополосные сигналы с выделением нижней боковой полосы автоматически превращаются в сигналы первой ПЧ с верхней боковой полосой.

На диапазонах 10, 15, 20 м:

$$f_{\text{ПЧ1}} = f_{\text{сигнала}} - f_{\text{ГПД}}$$

и изменения положения боковой полосы при первом преобразовании частоты не происходит. Так как на этих диапазонах радиолубители используют однополосные сигналы с выделением верхней боковой полосы, сигналы первой ПЧ имеют верхнюю боковую полосу и при работе на высокочастотных диапазонах.

Переключатель  $S5$  включает (в показанном на схеме положении) «расстройку» приемника. При этом частота на выходе ГПД в зависимости от положения движка  $R3$  изменяется от среднего ее значения (движок  $R3$  в среднем положении или «расстройка» выключена с помощью  $S5$ ) на  $\pm 2$ ; 5; 5; 3; 6; 9 и 30 кГц на диапазонах 160, 80, 40, 20, 15 и 10 м соответственно. Ручка «Расстройка» позволяет, не теряя настройки на корреспондента, «посмотреть», что делается вблизи его частоты, наблюдать за передачей двух радиостанций (пользуясь переключателем  $S5$ ), что очень полезно в практической работе.

В ГПД предусмотрен выход на измеритель частоты, к которому можно подключить цифровой частотомер (в дальнейшем мы подключим к нему встроенную «цифровую шкалу»).

С выхода ФСС сигнал 1-й ПЧ поступает на 2-й смеситель, выход которого через «антипаразитный» резистор  $R4$  соединен с ЭМФ.

«Гетеродинное» напряжение с частотой 4,5 МГц поступает на 2-й смеситель от генератора частот 500 и 4500 кГц через эмиттерный повторитель. Между генератором и повторителем включен резистор  $R5$ , предотвращающий возможность самовозбуждения последнего.

С выхода ЭМФ, входные и выходные цепи которого настроены на 500 кГц конденсаторами  $C9$  и  $C10$ , сигнал 2-й ПЧ поступает на УПЧ и детектор. В УПЧ производится регулировка усиления (одновременно такая же регулировка происходит и в УВЧ). Для восстановления несущей частоты на детектор подается напряжение с частотой 500 кГц от генератора частот 500 и 4500 кГц.

Выход детектора соединен с входом узла УНЧ и АРУ. Переключатель  $S3$  имеет 3 положения: «ТЛФ» (в этом положении он показан на схеме), нейтральное (пригодится, когда будем превращать приемник в передатчик) и «ТЛГ». В последнем положении включается узкополосный фильтр на входе УНЧ.

Схема АРУ регулирует усиление приемника в УВЧ и УПЧ при изменении положения движка  $R6$  («УВЧ») и автоматически в зависимости от уровня сигнала на входе приемника. В эту схему включен прибор  $РА-1$ , измеряющий силу сигнала ( $S$ -метр). После детектора усиление регулируется потенциометром  $R7$  («УНЧ»). К выходу УНЧ через трансформатор  $T2$  подключены (всегда) через разъем  $X2$  головные телефоны и через  $S4$  — встроенный в приемник динамический промкоговоритель  $B2$ . При отключении  $B2$  для сохранения режима работы УНЧ вместо  $B2$  подключается резистор  $R8$ .

Все каскады приемника питаются напряжением +24 В через стабилизатор, управляющий регулируемым напряжением с помощью мощного транзистора  $V1$ . Источником опорного напряжения служит стабилитрон  $V2$ .

Напряжение на вход стабилизатора поступает от выпрямителя с емкостной нагрузкой  $C14$ . Напряжение на выпрямитель подается с одной из вторичных обмоток трансформатора  $T1$ . Остальные вторичные обмотки этого трансформатора будут нужны для питания элементов передатчика и в приемнике не используются. Первичная обмотка  $T1$  включена в сеть 220 В 50 Гц (разъем  $X3$ ) через предохранитель  $F1$ , выключатель питания  $S6$  и сетевой фильтр, образуемый конденсаторами  $C12$  и  $C13$ .

Катушка  $L1$  намотана на керамическом каркасе диаметром 40 мм. От конца, соединенного с антенной, виток к витку намотано 25 витков провода ПЭВ-2 0,64+15 витков ПЭВ-2 0,72+4 витка ПЭВ-2 0,72+3 витка ПЭВ-2 0,72. Катушка  $L2$  намотана на

керамическом каркасе диаметром 35 мм проводом ПЭВ-2 1,2. От конца, соединенного с  $L1$ , намотано 3 витка с шагом 2 мм + 1 виток с шагом 2 мм + 1 виток с шагом 4 мм + 3 витка с шагом 4 мм. Катушка  $L3$  намотана на керамическом каркасе диаметром 17 мм проводом ПЭВ-2 0,64 с шагом 2 мм. Экран алюминиевый диаметром 33 мм.

Трансформатор  $T1$  намотан на сердечнике Ш32, толщина набора 65 мм. Обмотка 1—2 содержит 550 витков провода ПЭВ-2 0,8, 3—4, 5—6, 7—8 — по 600 витков провода ПЭВ-2 0,35, 9—10 — 80 витков ПЭВ-2 0,8, 11—12 — 180 витков провода ПЭВ-2 0,35, обмотка 13—14—15 — 17+17 витков провода ПЭВ-2, 1,0. Между слоями намотки помещают слой ткани, между обмотками — два слоя ткани.

Трансформатор  $T2$  намотан на сердечнике Ш10, толщина набора 8 мм. Обмотка 1—2 содержит 1500 витков провода ПЭВ-2 0,1, обмотка 3—4 — 150 витков провода ПЭВ-2 0,31. Намотка производится «внавал». Между обмотками прокладывается слой ткани.

### Узкополосный фильтр частоты сигнала

В фильтре (рис. 1.2) находятся высокочастотные катушки индуктивности и диоды защиты входа УВЧ. При работе на диапазоне 10 м используется часть витков  $1L1$  (отвод, соединенный с выводом 1), и на вход УВЧ подается полное напряжение с контура фильтра. Кремниевые малоемкостные диоды  $1V1$  и  $1V2$  при амплитудах напряжения на входе УВЧ до 0,6 В заперты и на работу приемника не влияют. При больших напряжениях диоды начинают проводить, и напряжение на входе УВЧ возрастает незначительно, так что полевой транзистор УВЧ в любом случае не выйдет из строя.

При переключении приемника на более низкочастотные диапазоны включаются секции  $1L1$ , а затем и  $1L2$ , но напряжение на вход УВЧ по-прежнему снимается с 10-метровой части  $1L1$ . Это обеспечивает максимальную чувствительность приемника на диапазоне 10 м (около 0,3 мкВ) и ее пропорциональное снижение при переходе на более низкочастотные диапазоны (на диапазоне 160 м чувствительность приемника около 5 мкВ).

Такое построение входной цепи УВЧ позволило защитить приемник от перегрузки сигналами с амплитудой в несколько вольт, обычно появляющимися на длинных антеннах диапазонов 40, 80

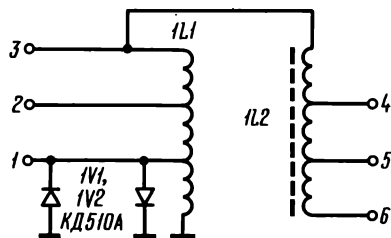


Рис. 1.2. Принципиальная электрическая схема узкополосного фильтра частоты сигнала

и 160 м и получить удобную шкалу *S*-метра при работе на всех диапазонах. Последнее положение следует пояснить.

Приведенная в начале раздела табл. 1 достаточно условна, но многие радиолюбители, слепо веря в последний столбец этой таблицы, часто дают абсурдные оценки сигналов корреспондентов. На 10-метровом диапазоне можно услышать сообщения: «принимая с разбираемостью 5 (совершенно разборчиво) при громкости 0 (абсолютно ничего не слышно) или 1 (едва слышно, прием невозможен)», а на диапазоне 80 м: «разбираемость 3 (разбираю с большим трудом, принимая не более 30—50 % текста) с громкостью 9 (очень громкие сигналы) или даже 9 + 20 дБ (сигналы в 100 раз более мощные, чем очень громкие!)».

В нашем приемнике усиление снижается, а максимально допустимый сигнал на входе приемника повышается при переходе с высокочастотных диапазонов на низкочастотные, так что *S*-метр, проградуированный по шкале микровольт указанной таблицы на 20-метровом диапазоне, оказывается пригодным для качественной оценки силы сигналов (средний столбец таблицы) на всех диапазонах. Добротность контура узкополосного фильтра, при выполнении *1L1* и *1L2* в соответствии с данными, приведенными ниже, около 300, так что ширина полосы пропускания фильтра, например, на диапазоне 80 м — 12 кГц. Это обеспечивает существенное подавление на входе УВЧ помех, частоты которых лежат в любительском диапазоне, но зато требует подстройки с помощью *C6* при перестройке приемника на 10...20 кГц. При мощных помехах конденсатором *C6* можно пользоваться как аттенуатором, причем (в отличие от аттенуатора на резисторах), расстраивая узкополосный фильтр в ту или иную сторону, можно добиться более сильного подавления помехи, чем полезного сигнала.

Катушка *1L1* намотана на ребристом полистироловом каркасе диаметром 20 мм проводом ПЭВ-2 1,2. От конца, соединенного с корпусом, намотано 2 витка + 2 витка + 4 витка. Все — с шагом 4 мм.

Катушка *1L2* намотана проводом ПЭВ-2 0,55 на ферритовом тороидальном сердечнике 50ВЧ20 с наружным диаметром 20 мм, внутренним — 10 мм и высотой 5 мм. От конца, соединенного с *1L1*, намотано 5 витков + 11 витков + 21 виток. Витки распределены равномерно по всей окружности сердечника.

### Усилитель высокой частоты

УВЧ (рис. 1.3) собран на полевом транзисторе с двумя изолированными затворами КП350Б (можно применить и КП350А или КП350В). Входной сигнал подается на первый затвор транзистора 2V2, напряжение на втором затворе увеличивается при возрастании усиления. Применение двухзатворного полевого транзистора обеспечивает динамический диапазон приемника около 90 дБ с полным сохранением высокой линейности УВЧ при регулировке

усиления и отсутствии шунтирования узкополосного фильтра. Используя в УВЧ однозатворные полевые транзисторы, полевые транзисторы с  $p-n$  переходом или биполярные транзисторы, таких показателей достичь не удастся. Так как допустимое напряжение между электродами КП350Б 15В, между источником напряжения +24 В и цепями питания УВЧ включен стабилитрон 2V1.

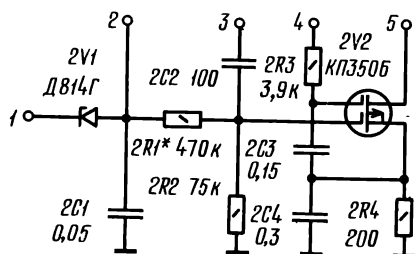


Рис. 1.3. Принципиальная электрическая схема УВЧ

### Полосовые фильтры частоты сигнала

На всех диапазонах в полосовых фильтрах (рис. 1.4) используются по два связанных контура. Для расширения полос пропускания этих контуров они шунтированы резисторами. Шунтирование левых по схеме контуров осуществляется входным сопротивлением 1-го смесителя, правого по схеме контура 10-метрового диапазона — эквивалентным сопротивлением цепи  $R1$  — выходная емкость УВЧ, а остальных контуров — резисторами  $3R1...3R5$ . Величины емкостей контуров фильтра обеспечивают постоянство усиления УВЧ на всех диапазонах.

Все катушки намотаны на пластмассовых каркасах диаметром 9 мм с сердечниками СЦР-1. Катушки  $3L11$  и  $3L12$  имеют намотку «Универсаль» с шириной секции 6 мм. Остальные катушки намотаны в один слой виток к витку. Данные обмоток приведены в табл. 3.

Таблица 3

Обозначение по схеме	3L1, 3L2	3L3, 3L4	3L5, 3L6	3L7, 3L8	3L9, 3L10	3L11, 3L12
Провод	ПЭШО 0,44	ПЭШО 0,44	ПЭШО 0,44	ПЭШО 0,31	ПЭШО 0,31	ПЭШО 0,31
Число витков	7	8	10	18	20	30
Расстояние между краями, мм	5	5	5	5	2	12

### Полосовые фильтры частоты ГПД

На диапазонах 10, 15 и 40 м, где необходимо выделить 2-ю гармонику генерируемого сигнала, используются двухконтурные полосовые фильтры (рис. 1.5), полоса пропускания которых



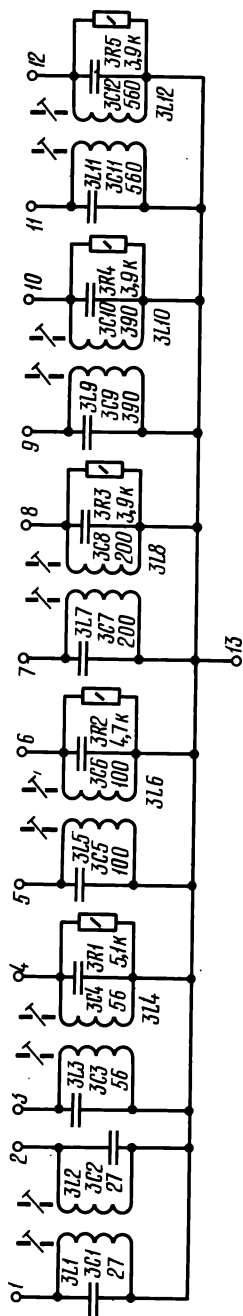


Рис. 1.4. Принципиальная электрическая схема полосовых фильтров частоты сигнала

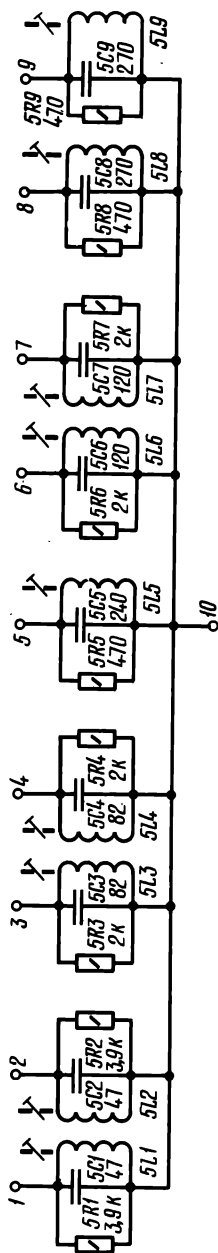


Рис. 1.5. Принципиальная электрическая схема полосовых фильтров частоты ГПД

расширена шунтирующими резисторами  $5R1...5R4$ ,  $5R6$ ,  $5R7$ . На остальных диапазонах используются одноконтурные фильтры, сильно шунтированные резисторами  $5R5$ ,  $5R8$  и  $5R9$ . Величины емкостей контуров и шунтирующих резисторов обеспечивают постоянство выходного напряжения ГПД при переходе с диапазона на диапазон.

Все катушки намотаны на пластмассовых каркасах диаметром 9 мм с сердечником СЦР-1. Провод ПЭШО 0,44 намотан в один слой виток к витку. Данные обмоток приведены в табл. 4.

Таблица 4

Обозначение по схеме	$5L1, 5L2$	$5L3, 5L4$	$5L5$	$5L6, 5L7$	$5L8$	$5L9$
Число витков	8	10	12	12	12	15
Расстояние между краями, мм	6	6	—	6	—	—

### Первый и второй смесители

Принципиальная электрическая схема смесителя приведена на рис. 1.6. Схемы узлов 4 и 9 отличаются только величиной резистора  $4R1$ , определяющего входное сопротивление смесителя. В 1-м смесителе (узел 4) для расширения полосы пропускания фильтра  $УЗ$  она равна 4,7 кОм, а во 2-м смесителе (узел 9) — 75 кОм.

Активным элементом смесителя является полевой транзистор с  $p-n$  переходом КП303В (применение транзисторов типа КП303 или КП307 с любой буквой приведет к небольшому изменению режима по постоянному току, но практически не повлияет на характеристики приемника). Входной сигнал подается на затвор, а гетеродинный — на исток транзистора. Такой смеситель имеет очень хорошую линейность по входному сигналу, что обеспечивает сохранение динамической характеристики, несмотря на отсутствие (внутри диапазона) избирательных свойств фильтра, включенного между УВЧ и смесителем.

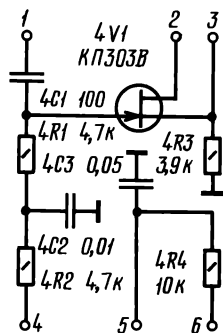


Рис. 1.6. Принципиальная электрическая схема смесителя

### Генератор плавного диапазона

Принципиальная электрическая схема ГПД приведена на рис. 1.7. Собственно генератор собран по схеме «емкостной трехточки» на транзисторе  $6V3$  КТ306Г (можно использовать КП306 или КП325 с любой буквой). Емкостный делитель напряжения образуют конденсаторы  $6C8$ ,  $6C7$  и  $6C6$ , причем величина  $6C8$  мала по сравнению с величинами  $6C7$  и  $6C6$ . Это создает слабую связь

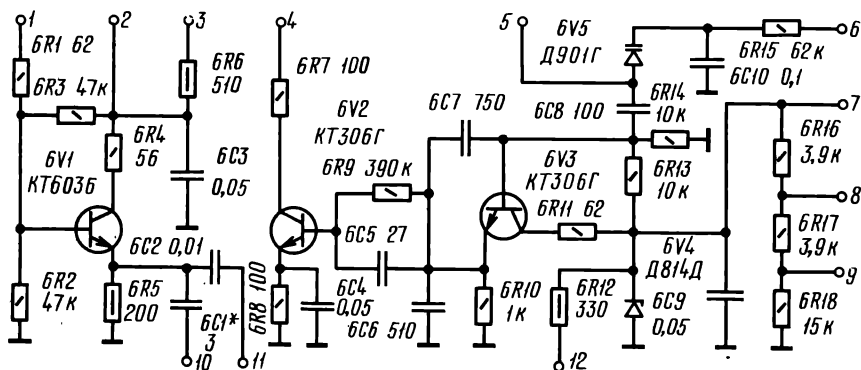


Рис. 1.7. Принципиальная электрическая схема ГПД

6V3 с контуром, определяющим частоту ГПД. В коллекторную цепь 6V3 включен резистор 6R11, предотвращающий генерацию на УКВ.

Для обеспечения «расстройки» параллельно  $L3$  (по высокой частоте) включен варикап 6V5. Напряжение питания 6V3 и варикапа понижено и дополнительно стабилизировано цепью 6R12 — стабилитрон 6V4. Резисторы 6R16 и 6R17 образуют делитель напряжения; в точке соединения этих резисторов напряжение равно напряжению в центре резистора регулировки расстройки  $R3$  (к этой точке и подключается питание варикапа при выключении расстройки). Резистор 6R18 определяет минимальное напряжение на варикапе при управлении расстройкой, причем величина этого напряжения выбрана такой, что 6V5 остается запертым при любом положении движка  $R3$ , и зависимость величины расстройки от этого положения близка к линейной. Через цепочку 6R9, 6C5 напряжение с эмиттера 6V3 подается на базу транзистора 6V2 KT306Г (замены этого транзистора аналогичны указанным для 6V3). В коллекторную цепь 6V2 через антипаразитный резистор 6R7 включены полосовые фильтры частоты ГПД, выход которых соединен с входом эмиттерного повторителя на транзисторе 6V1 KT603Б (можно применить KT603Г, Д, Е или KT608 с любой буквой). Так как этот эмиттерный повторитель оказался склонным к самовозбуждению, антипаразитные резисторы пришлось включить как в его базу (6R1), так и в коллектор (6R4).

### Емкости установки частот ГПД

Принципиальная электрическая схема узла емкостей установки частот ГПД (рис. 1.8) содержит 6 групп емкостей (по числу диапазонов приемника). Каждая группа состоит из двух конденсаторов постоянной емкости, образующих 7C1, 7C3, 7C5, 7C7, 7C9 и 7C11, и одного подстроечного конденсатора с воздушным диэлект-

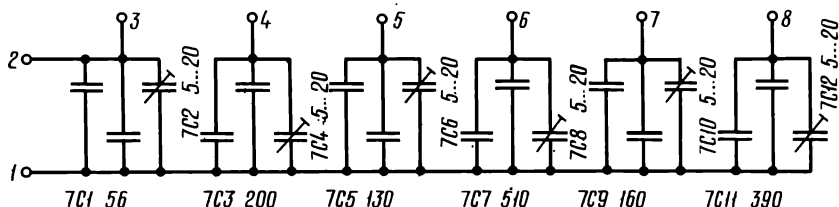


Рис. 1.8. Принципиальная электрическая схема узла емкостей установки частот ГПД

риком. Группа 7C1—7C2 включена постоянно и на диапазоне 10 м только она определяет частоту ГПД, остальные группы подключаются на диапазонах 15, 20, 40, 80 и 160 м (соответственно 7C3—7C4, 7C5—7C6, 7C7—7C8, 7C9—7C10 и 7C11—7C12) переключателем S2-1. Таким образом, на наиболее высокочастотном диапазоне, где действие дестабилизирующих частоту ГПД факторов максимально, один из них — нестабильность контакта в S2-1, исключен (но зато установка частоты с помощью 7C2 на диапазоне 10 м влияет и на частоты остальных диапазонов). Использование на каждом диапазоне постоянной емкости контура ГПД, состоящей из двух конденсаторов, позволяет подобрать температурный коэффициент этой емкости, компенсирующий положительный температурный коэффициент  $L3$  (ее каркас при нагревании увеличивает геометрические размеры  $L3$ ).

Для обеспечения стабильности частоты ГПД все емкости его контура заземлены в одной точке (вывод 1 узла 7) через токосъем ротора конденсатора перестройки ГПД C8.

### ФСС на частоту 5 МГц

Связь между контурами ФСС (рис. 1.9) — индуктивная (экранов на катушках нет). Конструктивно же ФСС выполнен таким образом, что при наличии критической связи между 8L1 и 8L2, между 8L2 и 8L3 связь между 8L1 и 8L3 практически отсутствует. Все катушки собраны в сердечниках СБ-12А и содержат по 16 витков провода ПЭШО 0,44.

Величины емкостей контуров ФСС выбраны так, что коэффициент передачи от входа первого смесителя к входу второго близок к единице. В этом случае для предотвращения перегрузки 2-го смесителя ФСС не должен обеспечивать высокую избирательность по 2-й ПЧ (что было бы необ-

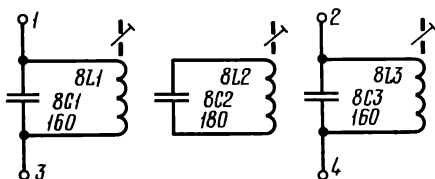


Рис. 1.9. Принципиальная электрическая схема ФСС 5 МГц

ходимо при наличии усиления на 1-й ПЧ), но его избирательность должна предотвращать появление помех, действующих по зеркальному каналу 2-го преобразования частоты. С этой задачей рассматриваемый ФСС вполне справляется. Попытки заменить его фильтром, собранным на высокочастотных контурах на ферритовых кольцах, кварцевым фильтром и подобными сложными устройствами, лишены смысла.

### Генератор частот 500 и 4500 кГц

Частота генератора (рис. 1.10), собранного на транзисторе *10V1* КТ602Б (может быть заменен транзисторами типа КТ608 с любой буквой), определяется частотой кварцевого резонатора *B1* (см. рис. 1.1) и в пределах нескольких десятков герц — емкостью конденсатора *10C1*. Контур *10V1—10C4* должен быть настроен на частоту немного более низкую, чем 500 кГц, в противном случае генерация не возникнет. С катушки связи *10V2* напряжение с частотой 500 кГц поступает на 1-й утритель частоты, собранный на транзисторе *10V2* КП303Б (возможны замены этого транзистора на КП303 или КП307 с любыми буквами без существенного влияния на работу приемника), и одновременно на детектор (в узел 12) и цифровую шкалу (если она будет сделана). Благодаря использованию в генераторе мощного транзистора и большому отношению числа витков *10L1* и *10L2* (5:1, т. е. коэффициент трансформации сопротивления от *10L2* в контур *10L1—10C4* не менее 25!) все потребители напряжения частотой 500 кГц практически не влияют на работу генератора этой частоты.

Нагрузкой 1-го утрителя частоты служат два связанных емкостью *10C9* контура *10L3—10C7* и *10L4—10C10*, настроенных на частоту 1500 кГц. Использование в утрителе частоты полевого

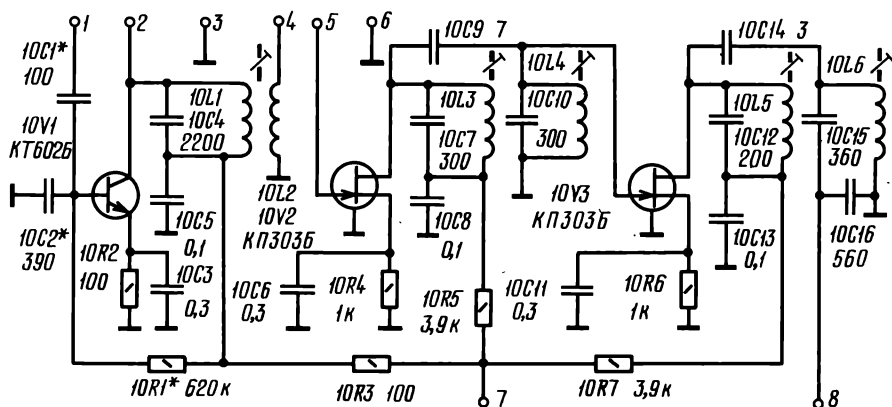


Рис. 1.10. Принципиальная электрическая схема генератора частот 500 и 4500 кГц

транзистора и выбор режима его работы обеспечивают ослабление четных составляющих тока стока, в том числе второй гармоники. Применение двух контуров, настроенных на третью гармонику в сочетании с указанным свойством транзистора утроителя, позволило получить на выходе «чистый» сигнал частоты 1500 кГц. Другие гармоники частоты 500 кГц не оказывают влияния на работу следующего утроителя, собранного по такой же, как и 1-й утроитель схеме на транзисторе 10V3. Контур на выходе 2-го утроителя 10L5—10C12, 10L6—10C15, 10C16 настроены на частоту 4500 кГц, напряжение которой, снимаемое с емкостного делителя 10C15, 10C16, практически не содержит составляющих с частотами, не равными 4500 кГц.

Все катушки размещены в сердечниках СБ-12А: 10L1 и 10L2 в одном сердечнике и содержат соответственно 50 и 10 витков провода ПЭВ-2 0,2; 10L3 и 10L4 — по 40 витков провода ПЭШО 0,31; 10L5 и 10L6 — по 16 витков провода ПЭШО 0,44.

### Эмиттерный повторитель

Принципиальная электрическая схема эмиттерного повторителя (рис. 1.11) полностью повторяет схему повторителя, входящего в узел ГПД.

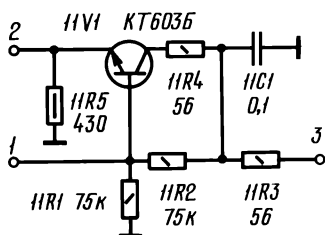
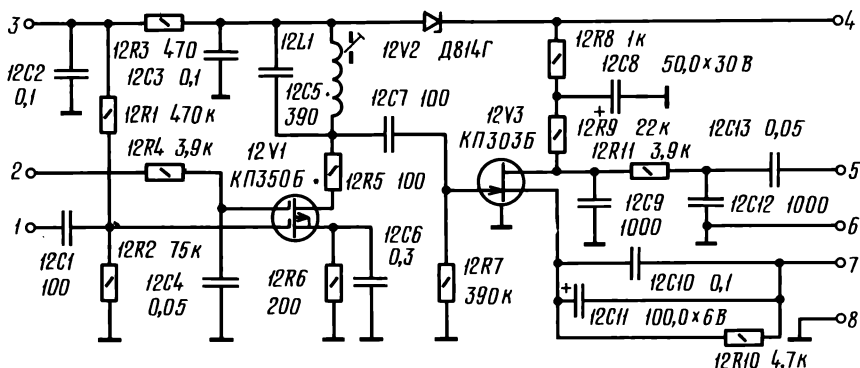


Рис. 1.11. Принципиальная электрическая схема эмиттерного повторителя

Рис. 1.12. Принципиальная электрическая схема УПЧ 500 кГц и детектора



## УПЧ 500 кГц и детектор

Усилитель ПЧ 500 кГц (рис. 1.12) выполнен, как и УВЧ, на двухзатворном полевом транзисторе *12V1* КП350Б (о его возможных заменах см. описание УВЧ). Сигнал поступает на первый затвор, усиление регулируется по второму затвору, напряжение питания ограничено стабилитроном *12V2*, резистор *12R5* предотвращает возможность самовозбуждения УПЧ на УКВ. Контур *12L1—12C5* настроен на 500 кГц.

Как видно из схемы, в приемнике только один каскад усиления на частоте 500 кГц. Это сделано исходя из следующих соображений:

при работе телеграфом полоса пропускания сужается до 1 кГц после детектора, поэтому при излишнем усилении по ПЧ 500 кГц сигналы, пришедшие в ЭМФ, но не лежащие в полосе пропускания фильтра, включенного после детектора, могут перегрузить последний;

необходимое усиление сигналов в приемнике распределено равномерно между УПЧ 500 кГц и УНЧ, так что усиление в каждом из этих трактов невелико и трудности, связанные с обеспечением устойчивой работы этих усилителей, исключаются.

Детектор собран на полевом транзисторе *12V3* КП303Б (который можно заменить на КП303 или КП307 с любой буквой) по схеме, принципиально не отличающейся от схем 1-го и 2-го смесителей. Это естественно, так как детектор на *12V3* — это преобразователь частот, лежащих в полосе 500...503 кГц, в частоты 0...3 кГц (гетеродинный сигнал с частотой 500 кГц подается на исток *12V3*). Напряжение НЧ выделяется на нагрузке детектора *12R9*. Оно отфильтровывается от напряжения с частотой 500 кГц элементами *12C9*, *12R11*, *12C12* (эта цепь значительно ослабляет частоты, превышающие 5 кГц).

Гетеродинное напряжение пришлось подать на исток *12V3* через два параллельно включенных конденсатора *12C10* (керамический) и *12C11* (электролитический). Первый пропускает напряжение с частотой 500 кГц, а второй предотвращает выделение на *12R10* напряжения НЧ (вывод 7, соединенный с корпусом через *10L2* для низких частот просто соединен с корпусом).

Катушка *12L1* размещается в сердечнике СБ-12А и содержит 120 витков провода ПЭВ-2 0,16.

## Усилитель низкой частоты и автоматическая регулировка усиления

Принципиальная электрическая схема узла УНЧ и АРУ приведена на рис. 1.13. Первый каскад УНЧ собран на полевом транзисторе *13V1* КП303Б (возможные замены такие же, как и у транзистора детектора). Большое входное сопротивление этого каскада необходимо для обеспечения работы узкополосного фильтра.

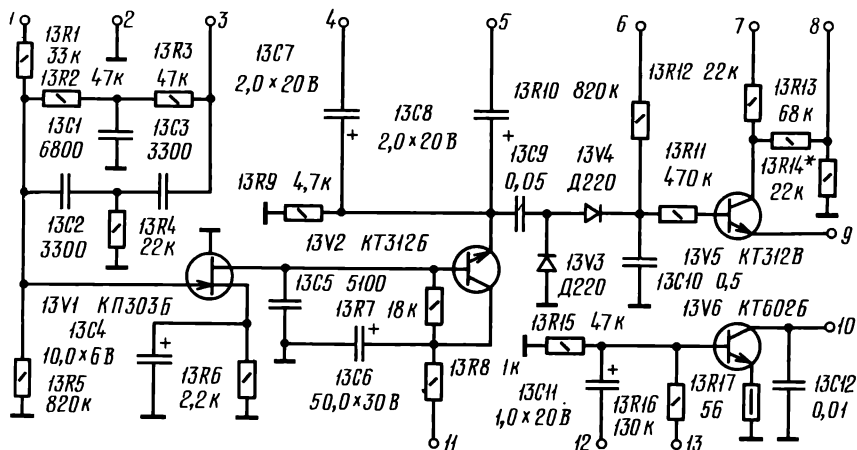


Рис. 1.13. Принципиальная электрическая схема УНЧ и АРУ

Последний выполнен по схеме двойного Т-моста (13R2, 13C1, 13R3 и 13C2, 13R4, 13C3). С нагрузки в цепи стока 13V1 усиленное напряжение НЧ подается на Т-мост через эмиттерный повторитель, согласующий сравнительно высокое выходное сопротивление каскада на 13V1 с сопротивлением Т-моста. В повторителе использован транзистор 13V2 KT312Б (можно применить KT312 или KT315 с любой буквой). При работе телеграфом выводы 3 и 4 узла соединены, и двойной мост образует цепь отрицательной обратной связи в первом усилителе НЧ. На частоте 1000 Гц напряжения обратной связи, поступающие через половинки Т-моста, в точке соединения 13R2 и 13C2 равны по амплитуде и противофазны, так что отрицательная обратная связь отсутствует и усиление между входом УНЧ и выводом 4 максимально и равно этому усилению при работе телефоном (когда обратная связь отсутствует благодаря отсоединению вывода 3 от вывода 4). На частотах ниже и выше 1000 Гц коэффициент передачи двойного Т-моста возрастает, что приводит к снижению усиления УВЧ.

С выхода эмиттерного повторителя напряжение НЧ подается на регулятор УНЧ (вывод 5) и детектор АРУ, в котором использован кремниевый диод 13V3 Д220, имеющий большое обратное сопротивление. Выделенное на 13V3 постоянное напряжение, равное амплитуде напряжения НЧ, через диод 13V4 Д220 (как и 13V3 он может быть заменен на любой маломощный кремниевый диод) это напряжение поступает на большую емкость 13C10 0,5 мкФ, которая может разрядиться только через высокоомные резисторы 13R10 и 13R11 за время, измеряемое десятками долями секунды. Напряжение на 13C10 усиливает УПТ, собранный на 13V5 KT312Б (в качестве этого транзистора должен использоваться НЧ или ВЧ *n-p-n* транзистор с большим усилением тока базы). В цепи эмиттера 13V5 включен прибор S-метра, а падение



напряжения на коллекторной нагрузке *13R12* с делителя *13R13*, *13R14* подается на вторые затворы транзисторов УВЧ и УПЧ.

На вывод 6 подано положительное напряжение с движка регулятора УВЧ. Это напряжение определяет режим *13V5* при отсутствии напряжения НЧ на выходе детектора, и при его увеличении *13V5* открывается, что приводит к появлению показаний *S*-метра и снижению усиления приемника до детектора. Как только амплитуда напряжения НЧ на входе детектора АРУ превысит напряжение, создаваемое током, проходящим через *13R10* от движка *R6*, произойдет дополнительное снижение усиления приемника. Таким образом, регулировка УВЧ одновременно устанавливает и порог срабатывания АРУ, причем величина этого порога индицируется показаниями *S*-метра. Например, если регулировкой УВЧ при отсутствии сигнала на входе приемника *S*-метр установлен на *S=9* (что соответствует 50 мкВ на входе приемника на диапазоне 20 м), то, когда сигнал на входе приемника превысит 50 мкВ, начнет работать АРУ и показания *S*-метра возрастут.

Эта схема АРУ очень удобна, так как обеспечивает эффективную регулировку усиления (благодаря применению усилителя напряжения АРУ на резисторе *13V5*) и может быть отключена установкой усиления приемника регулятором УВЧ.

С движка регулятора УНЧ напряжение НЧ подается на усилитель мощности на транзисторе *13V6* КТ602Б. КПД этого усилителя, работающего в классе А, невелик, поэтому на транзисторе *13V6* в режиме молчания рассеивается около 0,5 Вт (при наличии сигнала — меньше), и возможной заменой КТ602Б может служить только не менее мощный транзистор с примерно таким же усилением тока базы (например, КТ602Г, КТ807Б). Конденсатор *13C12* включен параллельно нагрузке *13V6* для исключения подъема усиления на высоких частотах. Нагрузка включена через трансформатор *T2*, входное сопротивление которого на высоких частотах резко возрастает.

### Стабилизатор напряжения +24 В

Узел стабилизатора +24 В (рис. 1.14) содержит УПТ на транзисторах *14V1* МП25Б и *14V2* КТ602Б. Первый можно заменить любым германиевым *p-n-p* низкочастотным маломощным транзистором, второй — транзисторами типа КТ602 или КТ807 с любыми буквами. Кроме того, в этом узле установлены резистор *14R1*, питающий стабилитрон *V2*, и конденсатор *14C1*, при отсутствии которого все устройство стабилизации напряжения +24 В возбуждается на частоте нескольких килогерц.

### Выпрямитель

Принципиальная электрическая схема этого узла приведена на рис. 1.15. Для питания приемника необходим только один мостик из диодов *15V1 ... 15V4*, а остальные диоды и резистор *15R1* в схе-

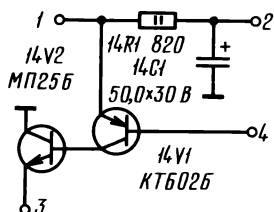


Рис. 1.14. Принципиальная электрическая схема узла стабилизатора +24 В

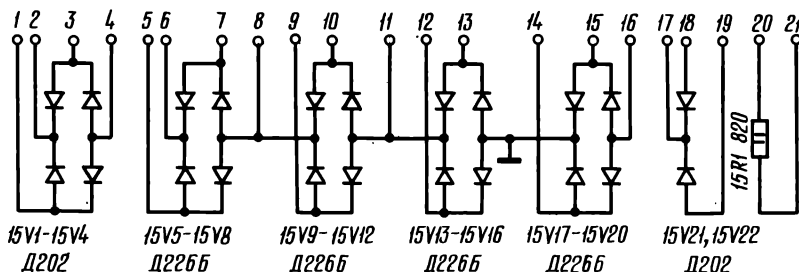


Рис. 1.15. Принципиальная электрическая схема выпрямителя

ме приемника не используются. Но каждый строящий этот приемник радиолюбитель не должен забывать о перспективе его превращения в приемопередатчик с цифровой шкалой, а тогда требуется резистор  $15R1$  и, в конце концов, все остальные диоды. Именно поэтому целесообразно сразу выполнить узел выпрямителя по приведенной схеме, чтобы не вынимать его потом из работающей конструкции для демонтажа.

В качестве диодов  $15V1 \dots 15V4$  и  $15V21, 15V22$  можно использовать любые силовые диоды, допускающие среднюю величину выпрямленного тока 0,4 А и обратное напряжение 50 В. Диоды  $15V5 \dots 15V20$  должны быть рассчитаны на средний выпрямленный ток не менее 0,15 А. Допустимое обратное напряжение для диодов  $15V5 \dots 15V16$  не менее 400 В, а для  $15V17 \dots 15V20$  — 200 В. Токи, которые потекут в нагрузках выпрямителей после завершения постройки радиостанции, будут почти в два раза больше этих значений, но так как все выпрямители собраны по двухполупериодным схемам, то среднее значение тока через каждый из диодов будет в два раза меньше среднего тока на выходе выпрямителя.

## 1.2. КОНСТРУКЦИЯ ПРИЕМНИКА

При сборке приемника необходимо руководствоваться рис. 1.16, на котором приведена полная конструкция радиостанции после завершения ее строительства (изображен приемопередатчик КВ радиостанции первой категории с цифровой шкалой). Естественно, что собирая приемник надо установить на шасси только часть изображенных на рис. 1.16 элементов, но следует предусмотреть



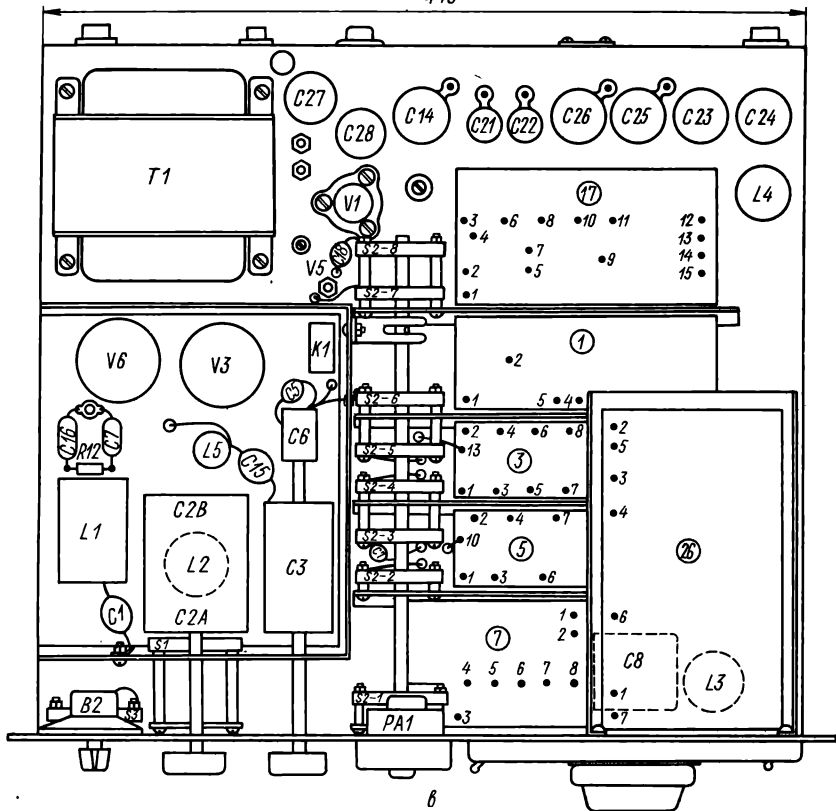


Рис. 1.16. Конструкция радиостанции

все слесарные работы, необходимые для установки элементов передатчика, должны быть выполнены на стадии постройки приемника, чтобы в дальнейшем не повредить и не засорить стружкой монтаж и собранные узлы приемника:

переключатель S2 к окончанию изготовления радиостанции будет иметь на две платы больше, чем это необходимо для приемника, и эти платы надо установить сразу, оставив свободными при выполнении монтажа приемника.

Передняя панель приемника делается из твердого дюрала толщиной 3 мм, шасси — из гнувшегося дюрала толщиной 2 мм.

ВЧ узлы и соединенные с ними платы переключателя отделены друг от друга перегородками высотой 60 мм, изготовленными из гнувшегося дюрала толщиной 2 мм. Все платы S2, кроме первой, крепятся на этих перегородках. В отсеке с платой S2-6 устанавливается плоская пружинящая пластина-токосъем, обеспечивающая хороший контакт оси переключателя с шасси.

Детали П-контура и конденсатор настройки узкополосного

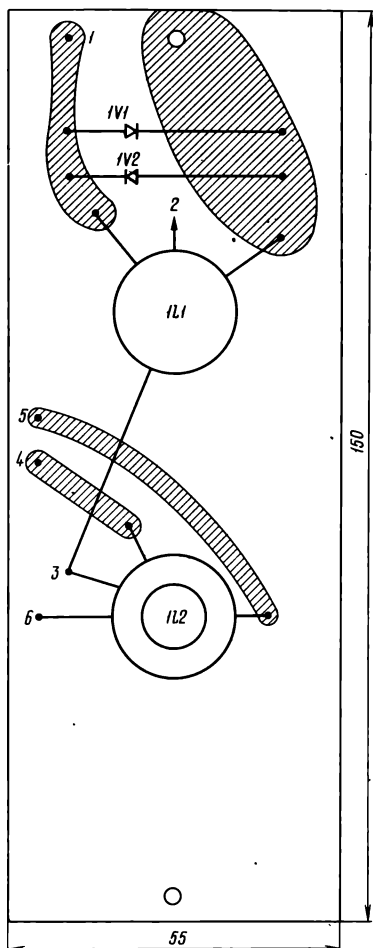


Рис. 1.17. Плата узкополосового фильтра частоты сигнала

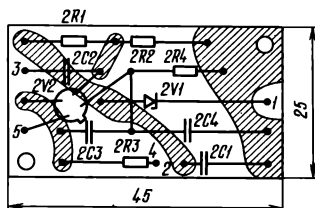


Рис. 1.18. Плата УВЧ

фильтра, а в дальнейшем и детали усилителя мощности передатчика устанавливаются внутри отсека, образуемого экраном высотой 120 мм, изготовленным из мягкого дюрала толщиной 2 мм. К этому экрану крепятся переключатель  $S1$  и конденсаторы П-контура  $C2$  и  $C3$ . Катушка  $L2$  размещается под  $C2$ , поэтому ее монтаж (подключение отводов к  $S1$ ) производится до установки  $C2$ .

Для работы в приемнике могут быть использованы конденсаторы  $C2$  и  $C3$  с воздушным диэлектриком и любым зазором между пластинами. Но с учетом перспективы их использования в радиостанции первой категории необходимо, чтобы этот зазор для  $C2$  был не меньше 0,3 мм, а для  $C3$  — 1 мм.

Конденсатор  $C8$  — с зазором между пластинами не менее 1,5 мм с керамическими опорами и изоляторами.

Электролитический конденсатор  $C14$  типа К50-3 устанавливается на шасси с использованием изоляционных шайб (его корпус должен быть изолирован от корпуса прибора).

Все узлы приемника собираются на платах, изготовленных из фольгированного стеклотекстолита или гетинакса толщиной 1,5 мм. Эти платы приведены на рис. 1.17—1.30. Проводники, в качестве которых используются невытравленные участки фольги, показаны на рисунках штриховкой и находятся снизу плат, а все детали и соединения, изображенные черными линиями, — сверху.

Детали соединены со штырьками, припаянными снизу к печатным проводникам или установленным на изолированных участ-

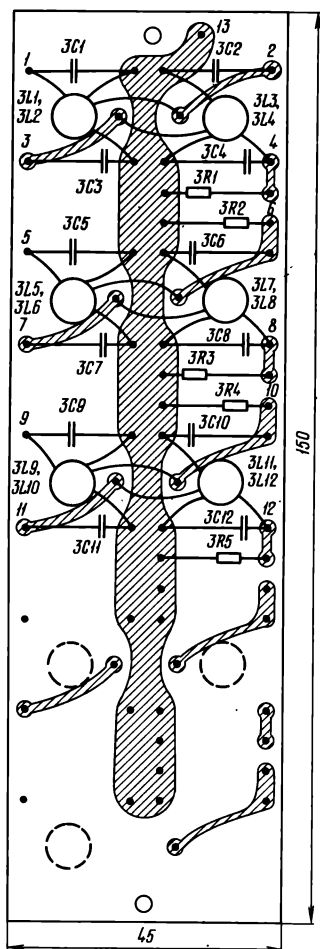


Рис. 1.19. Плата полосовых фильтров частоты сигнала

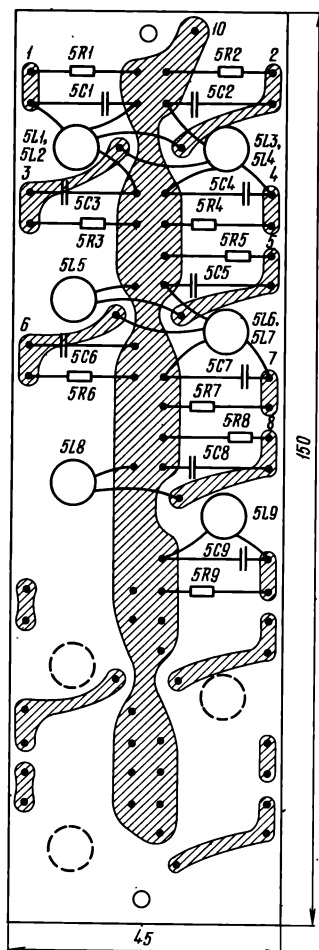


Рис. 1.21. Плата полосовых фильтров частоты ГПД

ках плат. Можно применить и только печатные проводники, заменив ими свободные штырьки.

Электролитические конденсаторы на платах типов К-52-1 или К-53-1. Можно использовать и К50-3, К50-6, но в этом случае целесообразно изменить расположение точек подключения их выводов по сравнению с приведенным на чертежах плат.

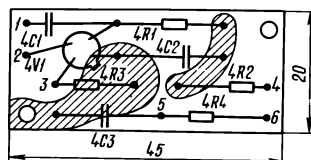
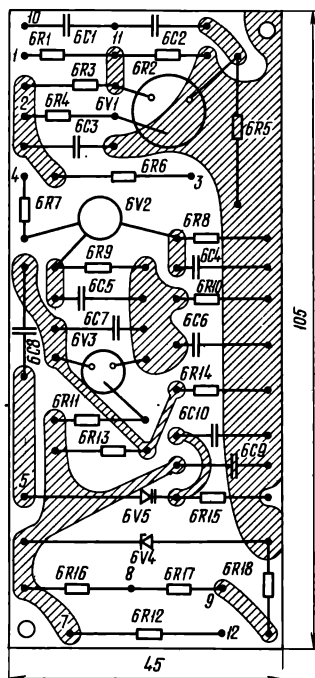


Рис. 1.20. Плата смесителя

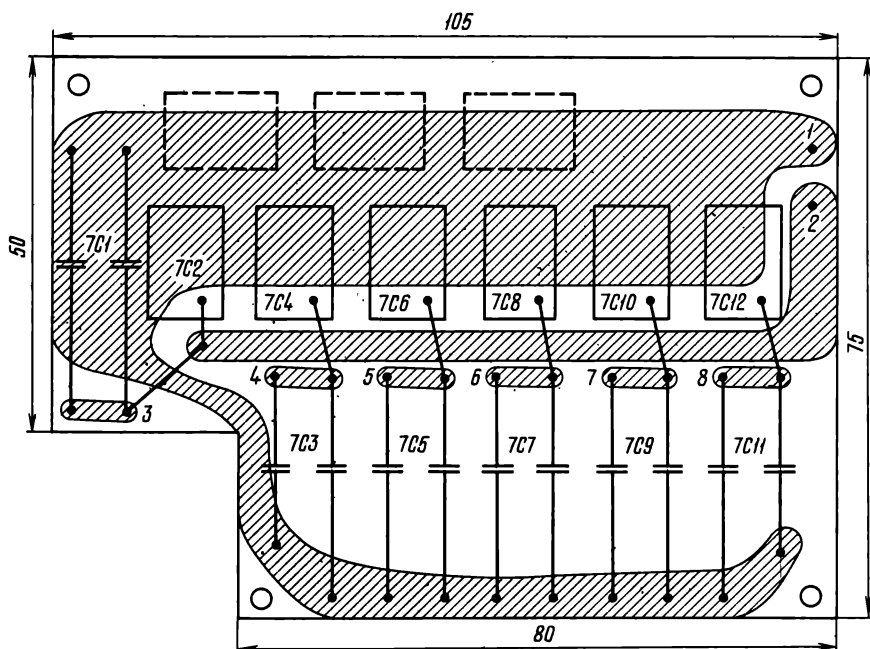


Конденсаторы двойного Т-моста УНЧ бумажные типа К4ОУ-9. Можно использовать и К4ОП-1, К4ОП-2, БМ-2. Все резисторы на платах типа МЛТ. Блокировочные конденсаторы емкостью 1000 пФ ... 1 мкФ могут быть типов КМ3, КМ4, КМ5, КМ6 любых групп ТКЕ (допустимое напряжение у всех этих конденсаторов не меньше 25 В).

Для правильной установки плат на шасси необходимо обратить внимание на расположение их выводов, приведенное на рис. 1.16.

Рис. 1.22. Плата ГПД

Рис. 1.23. Плата емкостей установки частот ГПД



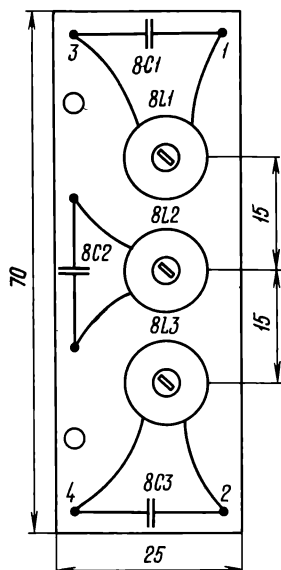


Рис. 1.24. Плата ФСС  
5 МГц

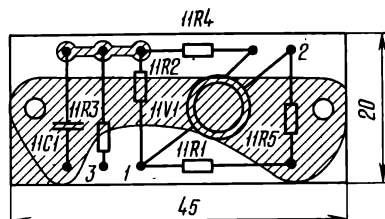
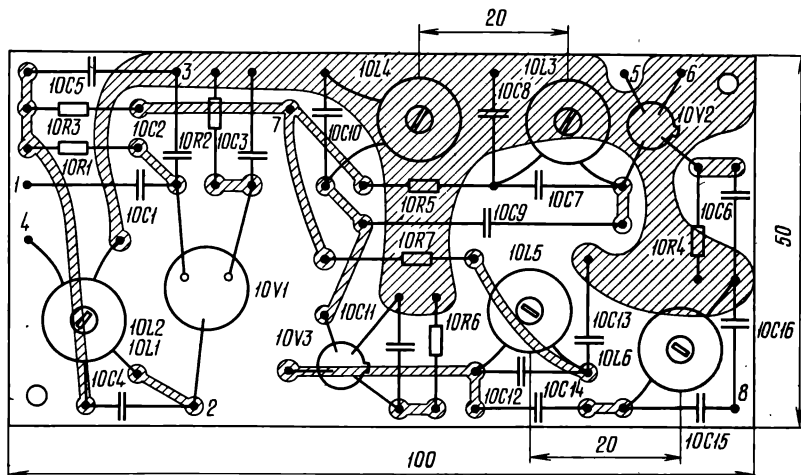


Рис. 1.26. Плата эмиттерного  
повторителя

Рис. 1.25. Плата генератора частот 500  
и 4500 кГц





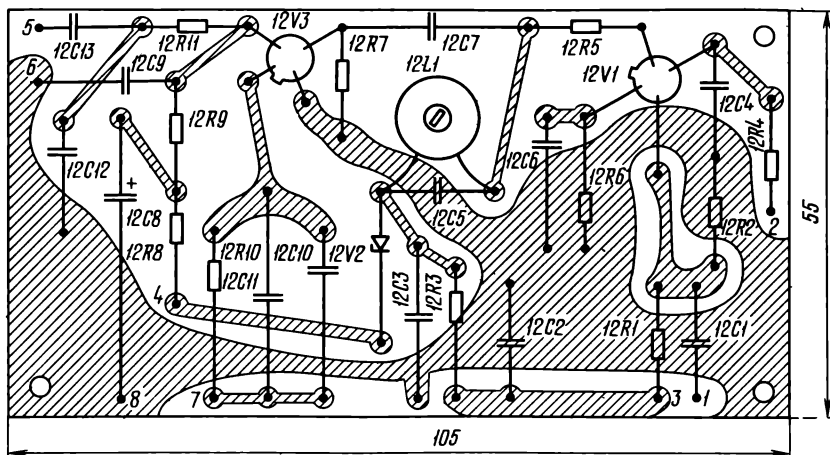


Рис. 1.27. Плата УПЧ 500 кГц и детектора

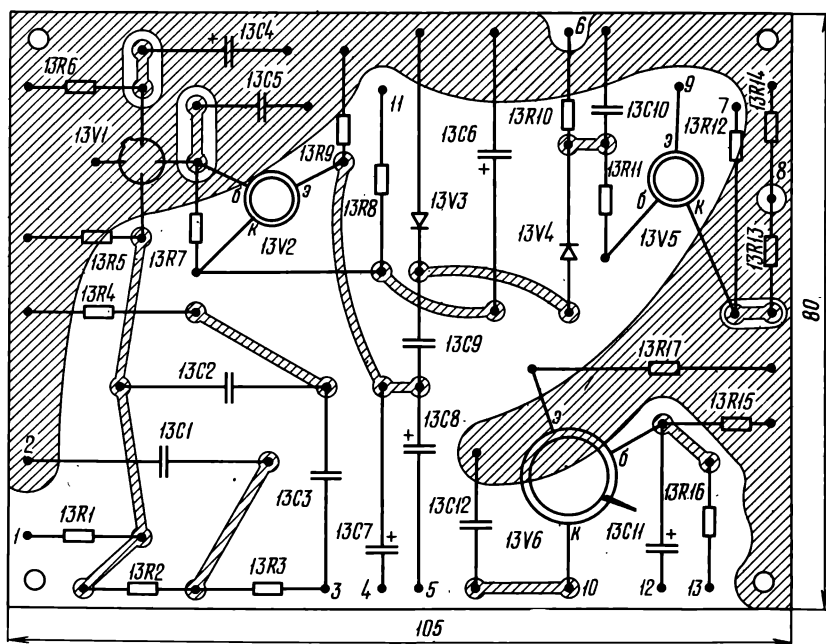


Рис. 1.28. Плата УНЧ и АРУ

Рис. 1.29. Плата стабилизатора +24 В

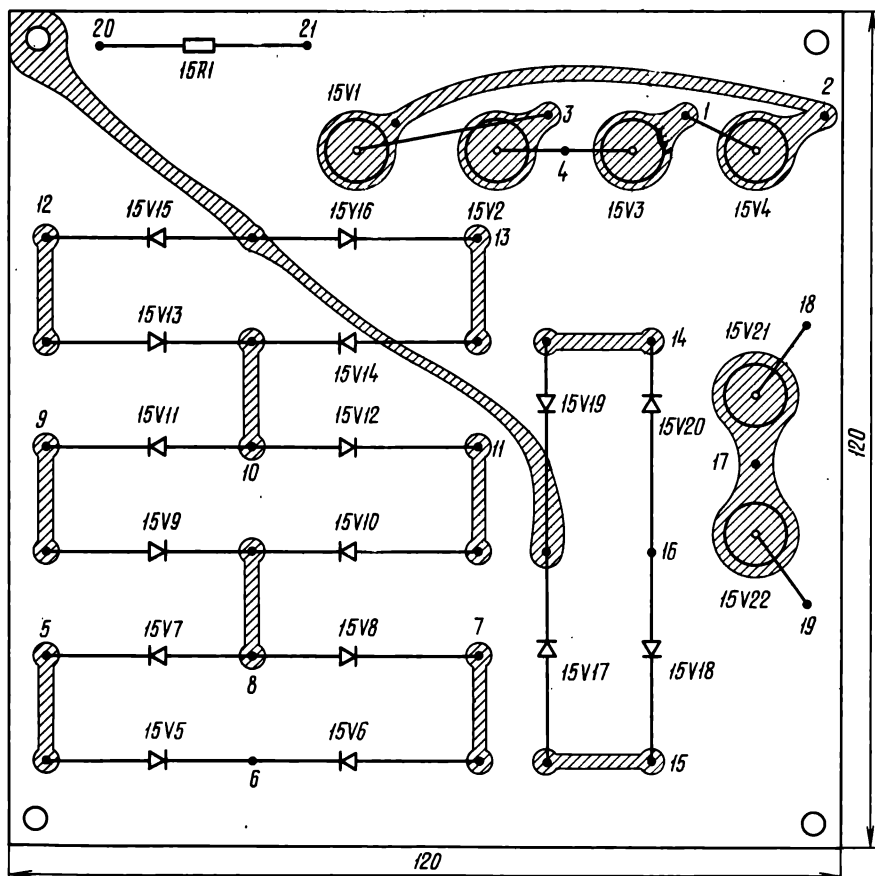
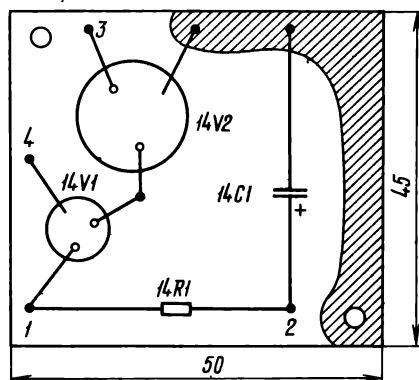


Рис. 1.30. Плата выпрямителей

### 1.3. НАСТРОЙКА ПРИЕМНИКА

Приёмник следует настраивать постепенно, добиваясь правильной работы его узлов так, как описано ниже. Не надо торопиться подключать к только что собранному приемнику антенну: возможно он и заработает после хаотичных манипуляций элементами регулировки, но маловероятно получить от него все, на что он способен.

#### Проверка узлов питания

После сборки и монтажа приемника перед его включением в сеть необходимо отключить нагрузки от стабилизированного источника напряжения  $+24\text{ В}$  и проверить работу этого источника автономно. Для этого надо подключить к выводу 2 узла 14 резистор сопротивлением  $51\text{ Ом}$ , рассчитанный на мощность не менее  $15\text{ Вт}$ . Включив питание, установить напряжение питания приемника с помощью  $R24$  равным  $24\text{ В}$ .

Режимы транзисторов  $VI$ ,  $14V1$ ,  $14V2$ , снятые вольтметром с сопротивлением  $10\text{ кОм}$  на В, приведены в табл. 5

Таблица 5

Транзистор	$VI$	$14V1$	$14V2$
Эмиттер	$-14,2$	9	$-13,6$
База	$-13,6$	9	$-13$
Коллектор	0	$-13$	0

Для проверки стабильности выходного напряжения следует отключить сопротивление нагрузки: напряжение питания с  $+24\text{ В}$  под нагрузкой должно возрасти не более чем до  $+24,3\text{ В}$  в режиме холостого хода. Узел питания обладает очень полезной особенностью: его элементы не выходят из строя при коротком замыкании в нагрузке. Это можно проверить: замкнуть  $+24\text{ В}$  на корпус, а затем восстановить нормальный режим работы узлов питания — никаких неприятных последствий не будет.

#### Проверка и регулировка УНЧ и АРУ

Проверку УНЧ следует начать с замера напряжений на электродах его транзисторов. Они должны быть близкими к приведенным в табл. 6.

Если напряжение на стоке  $13V1$  отличается от приведенного в табл. 6 более чем на  $\pm 2\text{ В}$ , необходимо устранить это несоответствие подбором резистора  $13R6$ . Отличие напряжения на исто-

Таблица 6

Транзистор	13V1	13V2	13V6
Эмиттер или исток	0,7	11,4	1
База или затвор	0	12	1,6
Коллектор или сток	12	20	20

ке транзистора от указанного в таблице существенного значения не имеет.

Наличие на эмиттере 13V6 напряжения 1 В означает, что через него течет ток около 20 мА. Если это не так, необходимо подобрать величину резистора 13R6.

Для проверки амплитудной и частотной характеристики УНЧ на его вход (вывод 1 платы 13) надо подключить генератор звуковой частоты, на выход (вместо головных телефонов) — осциллограф. В положении S3 «ТЛФ» на вход УНЧ подается напряжение с частотой 400 Гц и плавно изменяется его величина от 0 до 50 мВ. При максимальном усилении УНЧ выходное напряжение должно возрастать от 0 до 1 В, сохраняя форму неискаженной синусоиды. Оставив напряжение на входе УНЧ постоянным, изменяют его частоту от 100 до 3000 Гц. Полученная при этом частотная характеристика УНЧ в телефонном режиме должна быть близкой к показанной на рис. 1.31 пунктиром («Завал» усиления с увеличением частоты объясняется влиянием Т-моста, не отключенного от входа УНЧ). В положении S3 «ТЛГ» снимают частотную характеристику УНЧ в телеграфном режиме. Нужный результат изображен на рис. 1.31 сплошной линией. Если максимум характеристики смещен или ширина полосы пропускания оказалась более широкой, следует заняться подбором величин элементов Т-моста. При приведенных на схеме значениях этих элементов частота телеграфных сигналов при настройке на максимум их слышимости будет равна 1000 Гц. Если желателен другой тон сигналов — следует в одинаковое число раз изменить все емкости Т-моста, так как частота максимума частотной

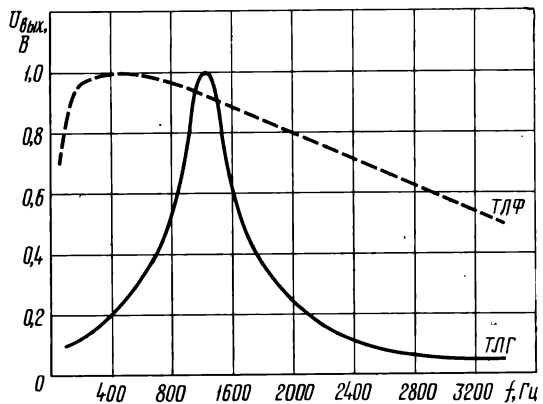


Рис. 1.31. Частотные характеристики УНЧ

характеристики УНЧ обратно пропорциональна величинам этих емкостей.

Схему АРУ начинают проверять при отсутствии сигнала на входе УНЧ. Напряжение на коллекторе *13V5* во время регулировки УВЧ от минимума к максимуму усиления должно изменяться от 0,3 до 15 В. При этом *S*-метр должен плавно изменять показания от отклонения стрелки на всю шкалу до 0. Если при минимальном усилении (движок *R6* соединен с +24 В) стрелка *S*-метра не устанавливается на последнее деление шкалы, необходимо подобрать величину *13R12*.

Установив максимальное усиление по ВЧ, на вход УНЧ надо подать сигнал с частотой, соответствующей максимуму усиления УНЧ. При увеличении напряжения на входе УНЧ до 150 ... 200 мВ стрелка *S*-метра должна отклоняться на всю шкалу.

### **Настройка генератора частот 500 и 4500 кГц и проверка эмиттерного повторителя**

ВЧ вольтметр надо подсоединить к выводу 4 узла 10. При включении приемника на нем должно появиться напряжение 2 В с частотой 500 кГц. Если генератор 500 кГц не работает, необходимо проверить настройку контура *10L1*, *10C4*. Для этого, вынув кварц, подать на вывод 1 напряжение 0,1 ... 0,2 В от ГСС и снять зависимость напряжения на выводе 4 от частоты ГСС; максимум напряжения должен быть на частоте 490...480 кГц. При необходимости уточнить величину *10C4*. Если после настройки контура генерация опять не возникает, следует подобрать величину *10C2* (оптимальное для работы генератора значение этой емкости может быть от 100 до 1000 пФ) и режим работы транзистора *10V1* изменением сопротивления *10R1* в пределах от 100 кОм до 1 МОм.

Добившись устойчивой генерации каскада на *10V1*, стоит проверить полученную частоту, подключив к выводу 4 частотомер. Для нормальной работы приемника необходимо, чтобы частота генерации отличалась от 500 кГц не более чем на  $\pm 100$  Гц.

Если в дальнейшем предполагается использовать цифровую шкалу, эту частоту следует подогнать с точностью  $\pm 10$  Гц. Частота генерации устанавливается подбором *10C1* (от 39 до 1000 пФ) и небольшой подстройкой индуктивности *10L1*. Необходимо следить за напряжением на выводе 4 — оно не должно быть меньше 1,5 ... 2 В.

К сожалению, опыт работы с кварцевыми резонаторами, входящими в комплекты «кварц» вместе с ЭМФ, показал, что не следует особенно доверять указанной на них частоте. Часто вместо кварца на 500 кГц комплект содержит кварц на 501, 499 кГц, а иногда и просто не возбуждающийся. Ошибочными бывают и надписи на ЭМФ.

Настройка устроителей сводится к настройке их контуров. Напряжение с частотой 1500 кГц на затворе *10V3* должно быть 4 ... 5 В, напряжение с частотой 4500 кГц на выводе 8 — 2 ... 2,5 В. При

необходимом коэффициенте передачи эмиттерного повторителя (узел 11) 0,8... 0,9 напряжение с частотой 4500 кГц на выводе 2 узла 11 должно быть не менее 1,5 В.

Режимы транзисторов по постоянному напряжению после полной настройки генератора (они зависят от ВЧ напряжений в схеме) приведены в табл. 7.

Таблица 7

Транзистор	10V1	10V2	10V8	11V1
Эмиттер или исток	0,5	2	2,5	5
База или затвор	-2,5	0	0	5,5
Коллектор или сток	24,5	17	15	16

### Проверка и настройка УПЧ 500 кГц и детектора

Напряжения на электродах транзисторов узла 12 при максимуме усиления ВЧ должны соответствовать данным табл. 8.

Таблица 8

Транзистор	12V1	12V3
Исток	1,8	2
1-й затвор	2,5	0
2-й затвор	5	—
Сток	13	12

При указанной величине постоянного напряжения на истоке транзистора 12V1 ток через него равен 9 мА. Возможно, потребуется подобрать напряжение на первом затворе транзистора 12V1 (изменением величины 12R1) до получения величины этого тока в пределах 8... 10 мА.

На вывод 1 узла 12 следует подать напряжение от ГСС (через разделительный конденсатор емкостью 1000... 10 000 пФ, иначе выйдет из строя ЭМФ!) с частотой близкой к 500 кГц и напряжением около 1 мВ. Подстроить ГСС до получения на выходе приемника сигнала с частотой 400... 1000 Гц, настроить контур 12L1, 12C5 в резонанс, по показаниям S-метра.

УПЧ и детектор работают нормально, если при уменьшении напряжения от ГСС на входе УПЧ до 10 мкВ его сигнал отчетливо слышен на выходе приемника.

## Настройка ФСС 5 МГц и проверка работы второго смесителя

Напряжения постоянного тока на истоке, затворе и стоке транзистора второго смесителя (узел 9) должны быть соответственно 3, 0 и 16 В.

Напряжение ГСС с частотой 5 МГц и величиной около 1 мВ подается на исток транзистора первого смесителя (вывод 3 узла 4). ГСС подстраивается до появления сигнала на выходе приемника, а все контуры ФСС последовательно настраиваются по максимуму показаний *S*-метра. ФСС и второй смеситель работают нормально, если сигнал ГСС будет хорошо слышен при его уменьшении до 10 мкВ.

## Регулировка ГПД

Это наиболее сложная и ответственная часть настройки. От тщательности ее выполнения зависит стабильность частоты приемника (а в дальнейшем и передатчика). Эта работа требует значительных затрат времени на замеры уходов частоты при прогреве и охлаждении приемника, и только очень опытный радиолюбитель сможет тщательно отладить ГПД за 1—2 дня.

Сначала проверяются напряжения постоянного тока на электродах транзисторов узла ГПД. Они должны соответствовать данным табл. 9.

Таблица 9

Транзистор	6V1	6V2	6V3
Эмиттер	5	1	6
База	5,5	1,6	6,5
Коллектор	10	10	13

Затем следует убедиться в наличии генерации в первом каскаде ГПД — на эмиттере транзистора 6V3 должно быть ВЧ напряжение 0,25 ... 0,5 В (наибольшая величина — на диапазоне 10 м). Контролируя частоту, генерируемую первым каскадом ГПД, с помощью приемника с оптической шкалой или цифрового частотомера, устанавливают ее подбором конденсатора 7C1 и регулировкой 7C2 в начале диапазона 10 м (C8 находится в положении максимальной емкости), равной 11 500 кГц. После этого проверяют диапазон перестройки: при минимальной емкости C8 частота должна увеличиваться до 12 350 ... 12 400 кГц. Если диапазон перестройки недостаточен или слишком велик, придется несколько изменить число витков L3. В первом случае увеличить индуктивность, а во втором — уменьшить и вновь подобрать 7C1. Правильная установка диапазона частот ГПД на диапазоне 10 м даст

нужную растяжку и остальных диапазонов приемника: диапазоны 15 и 20 м займут практически всю шкалу, 40 и 80 — по 50 % и 160 м — 75 % полной шкалы. Оставшиеся свободными участки трех диапазонов могут пригодиться для нанесения шкал частот трех новых диапазонов, выделенных радиолюбителям международным союзом электросвязи. Частоты начала остальных диапазонов устанавливаются подбором и регулировкой емкостей 7C3 ... 7C12: 15 м — 8000 кГц, 20 м — 9000 кГц, 40 м — 6000 кГц, 80 м — 8500 кГц, 160 м — 6850 кГц.

Далее надо проверить работу «расстройки». Напряжение на выводе 6 узла 6 при выключенной «расстройке» должно быть 12 В, а при включенной — изменяться во время регулировки от 11 до 13 В, вызывая изменение частоты, генерируемой первым каскадом ГПД  $\pm 2,5$ ; 5; 1,5; 6; 4,5 и 15 кГц на диапазонах 160, 80, 40, 20, 15 и 10 м соответственно. Изменения частоты при вращении ручки «Расстройка» влево и вправо от центрального положения должны быть приблизительно равны по абсолютному значению.

Подключив ВЧ вольтметр к выводу 11 узла 6, настроить полосовые фильтры частоты ГПД. Напряжение на выходе ГПД должно быть 2...3 В и изменяться не более чем на 10 % при перестройке внутри каждого диапазона. Для этого может потребоваться подбор величины резисторов, шунтирующих контуры полосовых фильтров.

При изготовлении катушек фильтров в соответствии с приведенными данными и установке указанных на рис. 1.6 величин емкостей фильтрами будут выделены нужные частоты (удвоенные или неудвоенные, в зависимости от диапазона).

Для окончательной регулировки ГПД к выводу 11 платы 6 необходимо подключить цифровой частотомер, обеспечивающий точность измерения частоты не хуже 10 Гц, или частотомер, стабильность которого обеспечит измерение уходов частоты ГПД с точностью, оговоренной выше. Проверку и регулировку стабильности частоты ГПД следует начать с диапазона 10 м (емкость контура ГПД этого диапазона остается включенной и на остальных диапазонах). Подождав 5...10 мин после включения приемника, надо начать равномерно прогревать детали ГПД, повышая их температуру от комнатной до 50...60 °С за время 10...30 мин. Эту операцию удобно проводить, нагревая удаленный от ГПД участок шасси с помощью медицинского рефлектора. После прогрева частота на выходе ГПД может измениться на единицы или даже десятки килогерц, что вызвано отсутствием термокомпенсации деталей контура генератора. Если частота после прогрева увеличилась, температурный коэффициент конденсаторов узла 7 отрицательный и слишком велик по абсолютной величине, а если уменьшилась — этот коэффициент или положителен или отрицателен, но мал по абсолютному значению.

Дав узлу полностью остыть, заменяют конденсаторы, составляющие 7C1, изменив их температурный коэффициент в нужную



сторону и сохранив суммарную емкость (не забыть проверить установку начала шкалы!).

Повторяя эти операции, необходимо добиться ухода частоты ГПД после повышения температуры его деталей на 30...40 °С не более чем на 1 кГц. В этом случае уход частоты приемника в процессе нормальной работы не будет превышать 100 Гц за 10...15 мин, что можно считать удовлетворительным.

Если удалось добиться стабильности частоты ГПД на 10-метровом диапазоне, то термокомпенсация на остальных диапазонах, безусловно, достижима, но всю работу по подбору температурных коэффициентов конденсаторов узла 7 придется повторить на каждом из них.

Наиболее вероятные причины, не позволяющие добиться требуемой стабильности частоты ГПД: плохое качество катушки *L3*, нестабильность конденсаторов узла 7, или *6C8*, *6C7* и *6C6* узла 6.

Катушку *L3* желательно намотать на каркасе из радиокерамики. Возможная замена — термореактивная пластмасса, имеющая малые диэлектрические потери и температурный коэффициент линейного расширения ТКЛР. Например, АГ4С, ТКЛР которой  $(2-3) \cdot 10^{-6}$  (для сравнения — ТКЛР фторопласта —  $4(200-250) \cdot 10^{-6}$ ). Каркас катушки *L3* должен иметь канавки для фиксации положения провода, а если их нет — необходимо перед намоткой смазать каркас клеем БФ-2 или БФ-6 с последующей сушкой при температуре 80...100 °С. Провод во время намотки должен быть натянут.

Отдельные экземпляры конденсаторов имеют неприятное свойство самопроизвольно изменять свою емкость, что может быть выявлено только при контроле частоты ГПД после замены такого конденсатора (одно из наиболее тяжелых испытаний при регулировке ГПД!). Хороших результатов легче достигнуть, используя в контуре ГПД конденсаторы типа СГМ, КГК, но можно обойтись и типами КСО, КЛС, КТК, КМ.

### Проверка и настройка высокочастотного тракта

Перед настройкой ВЧ тракта необходимо убедиться в правильности режимов транзисторов первого смесителя и УВЧ. Они должны быть такими же, как и у транзистора второго смесителя и УПЧ 500 кГц.

Сигнал ГСС подается на антенный вход приемника. При настройке тракта каждого диапазона сначала устанавливают максимальную величину сигнала (до 100 мВ), иначе из-за расстройки контуров его можно и не обнаружить. Добившись приема сигнала ГСС при установке его частоты на середину диапазона, последовательно настраивают П-контур, узкополосный фильтр и полосовой фильтр частоты сигнала.

Регулировкой П-контура добиваются максимума показаний

S-метра. Для диапазона 10 м S1 необходимо установить в правое по схеме положение (это положение будем называть 1-м, а показанное на схеме —9-м).

При работе на диапазоне 15 м S1 устанавливают в 3-е положение, на 20 м — в 5-е, на 40 м — в 7-е, 80 м —8-е, 160 м —9-е положения (неиспользованные положения S1 могут пригодиться при работе на ненастроенную антенну и для наращивания числа диапазонов приемника).

Снизив сигнал ГСС до величины, при которой S-метр устанавливается в среднее положение, следует настроить узкополосный фильтр с помощью C6 и убедиться, что максимальные показания S-метра не соответствуют крайнему положению этого конденсатора. В противном случае придется уточнить число витков катушки узкополосного фильтра.

Настройку полосового фильтра необходимо произвести при перестройке ГСС внутри диапазона, не забывая каждый раз подстраивать узкополосный фильтр по максимуму показаний S-метра. В случае тщательной регулировки полосового фильтра, которая достигается небольшой расстройкой его контуров вверх и вниз от границ диапазона, показания S-метра при постоянстве напряжения ГСС и его перестройке внутри каждого диапазона изменяются не более чем на 10 ... 20 мкА (вся шкала S-метра 1 мА).

При правильной регулировке приемника минимальное напряжение ГСС на его входе, которое может быть четко выделено на фоне шумов на выходе приемника, составляет: на диапазоне 10 м — 0,3 мкВ, 15 м — 0,4 мкВ, 20 м — 0,6 мкВ, 40 м — 1,5 мкВ, 80 м — 3 мкВ, 160 м — 5 мкВ.

Свидетельством реализации полной чувствительности приемника служит и заметное возрастание шумов на его выходе при настройке узкополосного фильтра на диапазоне 10 м. На 15-метровом диапазоне уровень шумов должен возрастать меньше, на 20-метровом диапазоне шумы узкополосного фильтра (за счет его частичного включения к входу УВЧ) почти незаметны, а на остальных диапазонах совсем не обнаруживаются.

### **Градуировка S-метра и проверка основных характеристик приемника**

Как указывалось выше, градуировка S-метра приемника выполняется на диапазоне 20 м. Сигнал ГСС с частотой около 14 150 кГц и напряжением 50 мкВ подается на вход приемника, а затем производится тщательная установка частоты приемника и регулировки П-контура и узкополосного контура по максимуму показаний S-метра.

Подбором величины резистора 13R14 добиваются показаний S-метра, близких к середине его шкалы (это будет точка S9). Остальные деления S-метра наносят в соответствии с двумя первыми столбцами табл. 10.

Таблица 10

Деление шкалы	Напряжение на входе приемника	Пример показаний S-метра, мкА
4	1,5 мкВ	20
5	3 мкВ	150
6	6 мкВ	260
7	12 мкВ	360
8	25 мкВ	440
9	50 мкВ	500
9 + 10 дБ	150 мкВ	600
9 + 20 дБ	500 мкВ	700
9 + 30 дБ	1,5 мВ	800
9 + 40 дБ	5 мВ	900
9 + 50 дБ	15 мВ	980

Полученная в реальном приемнике шкала S-метра будет несколько не соответствовать показаниям, приведенным в последнем столбце табл. 10, из-за разброса характеристик транзисторов УВЧ, УПЧ и УПТ АРУ.

Для оценки динамического диапазона приемника к его входу через тройник одновременно подключают ГСС и антенну. Проверку производят на диапазоне 20 м, где чувствительность приемника близка к 1 мкВ. Отыскав сигнал, слышимый «на пределе возможностей» приемника (полезно для отыскания такого контрольного сигнала использовать вместо антенны провод длиной около 1 м), настраивают ГСС на эту же частоту, после чего расстраивают его на 10—15 кГц, т. е. выводят сигнал ГСС из полосы пропускания ЭМФ, но оставляют его в полосе пропускания ВЧ тракта и ФСС 5 мГц. Увеличивая выходное напряжение ГСС скачкообразно на 20 дБ (в 10 раз по напряжению), убеждаются, что при подаче на вход приемника сигнала ГСС напряжением 10 мВ слышимость контрольного сигнала совершенно не изменяется, а при подаче 100 мВ заметно ухудшается. Таким образом, внеполосный сигнал, превышающий чувствительность приемника на 80 дБ, лежит в пределах его динамического диапазона, а превышающий чувствительность на 100 дБ — явно за границей динамического диапазона. Такой результат позволяет грубо оценить величину динамического диапазона приемника в 90 дБ.

Если динамический диапазон приемника оказался меньше 80 дБ, необходимо подобрать режимы транзисторов УВЧ и смесителей, начав с увеличения протекающих через эти транзисторы постоянных токов, или просто заменить эти транзисторы на более удачные экземпляры. Попытки аналогичным путем добиться динамического диапазона более 90 дБ обречены на провал, так как эта величина определяется характеристиками лучших образцов примененных транзисторов и схемой построения приемника.

В заключение проверяют избирательность приемника по

зеркальным каналам. Проверку выполняют на диапазоне 10 м, где эта избирательность минимальна.

На вход приемника подают сигнал ГСС с частотой 28 500 кГц и напряжением 10 мкВ. Тщательно настраивают приемник на этот сигнал — показания S-метра будут около S8. Изменяют частоту ГСС на близкую к 18 500 кГц (зеркальная частота первого преобразователя частоты) и увеличивают напряжение от ГСС до возобновления приема его сигнала (показания S-метра должны быть опять S8). Следует убедиться, что для этого на вход приемника надо подать не менее 1 В, т. е. подавление зеркального канала первого преобразователя частоты будет около 100 дБ.

Затем подают на вход приемника сигнал с частотой 27 000 кГц. Для получения S8 по этому сигналу на вход приемника придется подать 0,3 В, т. е. ослабление зеркального канала второго преобразователя частоты будет около 90 дБ. Не расстраивайтесь, что этот показатель хуже, чем избирательность по зеркальному каналу первого преобразователя: даже для профессиональных приемников первого класса норма подавления зеркального канала 80 дБ!

На более низкочастотных диапазонах избирательность приемника по зеркальным каналам лучше, например, проверка ослабления зеркального канала второго преобразователя частоты на диапазоне 15 м дает результат около 100 дБ.

Убедившись, что все характеристики приемника соответствуют задуманному, можно приступить к приему сигналов любительских радиостанций. 73 и 100 % QSL!

---

## 2. На базе приемника — премопередатчик

Построив приемник коротковолновика-наблюдателя, вы сможете вступить в мир коротких волн, заполненный в любое время суток сигналами тысяч индивидуальных и коллективных передающих любительских радиостанций. Интересно слушать их переговоры, рассылать, а иногда и получать в ответ, карточки-квитанции, подтверждающие прием этих радиостанций. Но еще более интересно иметь премопередающую радиостанцию. Только тогда вы станете не пассивным, а активным участником коротковолнового радиоспорта.

Для работы в эфире радиолюбителям-коротковолновикам отведены диапазоны частот, занимающие сотни килогерц. Как же отыскать среди них радиостанцию, отвечающую на ваш вызов? Для решения этой задачи радиолюбители-коротковолновики применяют простейшее из возможных решений — отвечающая радиостанция работает на той же частоте, что и радиостанция, которой она отвечает. Это правило соблюдается всеми радиолюбителями-коротковолновиками, за исключением очень редких случаев работы с разносом частот приема и передачи. Такой способ связи иногда используется радиолюбительскими экспедициями, но и тогда разное частот приема и передачи обычно составляет единицы килогерц.

Если на любительской коротковолновой радиостанции используются отдельные приемник и передатчик, при вступлении в радиосвязь возникает необходимость точно настроить передатчик на частоту корреспондента. Эта операция вносит определенную нервность в процесс вхождения в радиосвязь, а в соревнованиях коротковолновиков приводит к потерям времени, существенно снижающим спортивные результаты. Поэтому среди радиолюбителей-коротковолновиков (а в последнее время и в профессиональной радиосвязи) нашли широкое применение устройства, обеспечивающие автоматическую настройку передатчика на частоту приемника — так называемые «трансиверы». В трактах этих устройств используются общие элементы схем приемника и передатчика.

Наш приемник задуман как часть коротковолнового трансивера. Устанавливая дополнительные узлы, его легко можно превратить в трансивер, соответствующий требованиям к коротковолновой любительской радиостанции любой из четырех существующих в нашей стране категорий.

Еще раз напоминаем — не только для работы на передатчике, но и для его (а значит, и трансивера) постройки необходимо получить разрешение Министерства связи!

На рис. 2.1 приведена принципиальная схема трансивера радиостанции первой категории с цифровой шкалой.

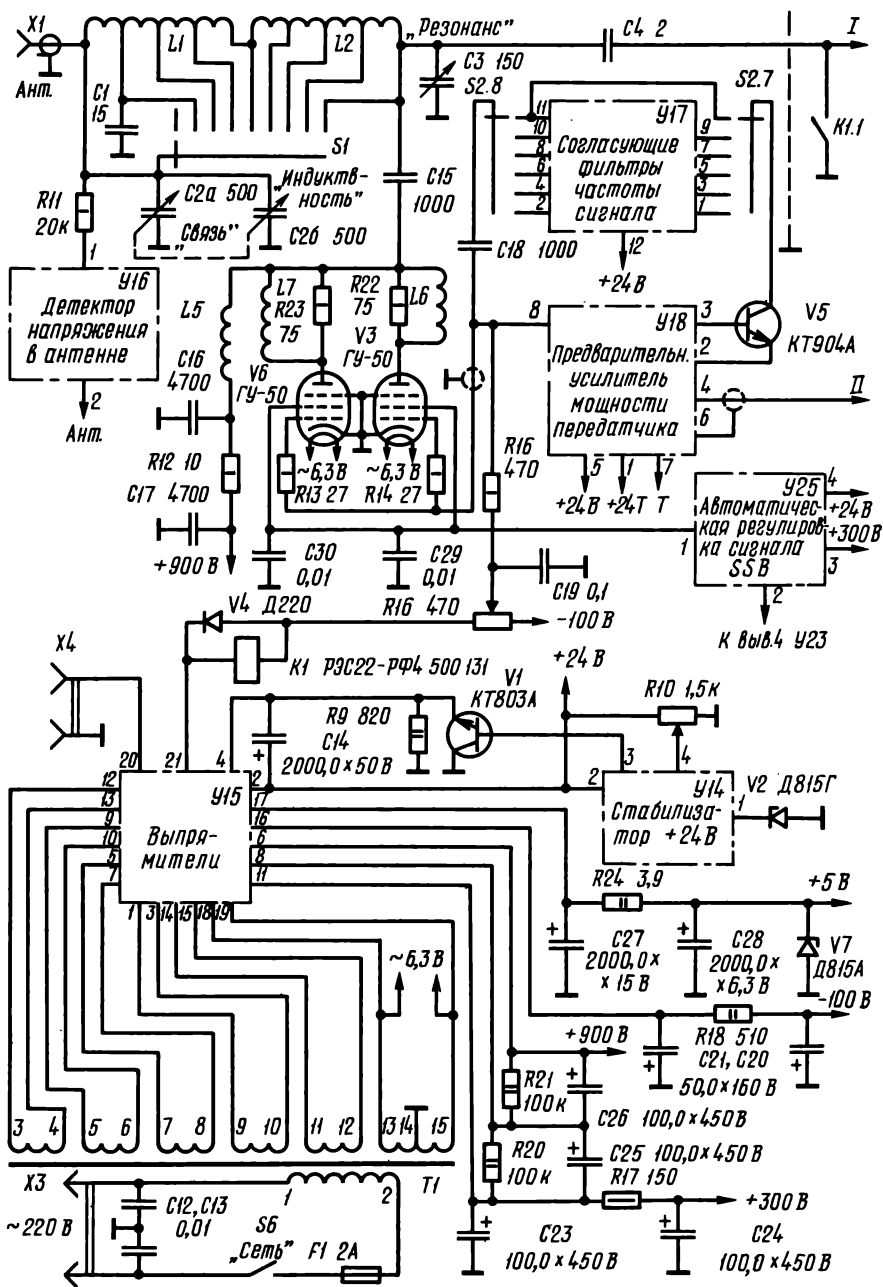
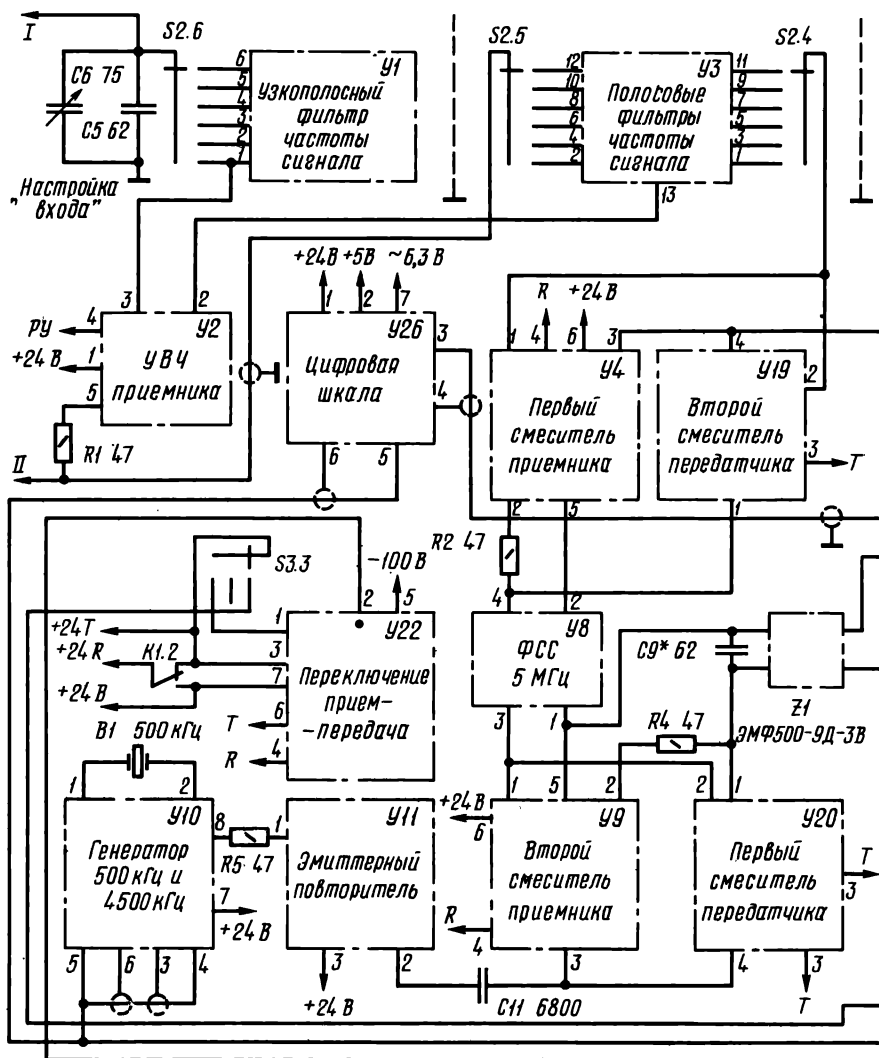
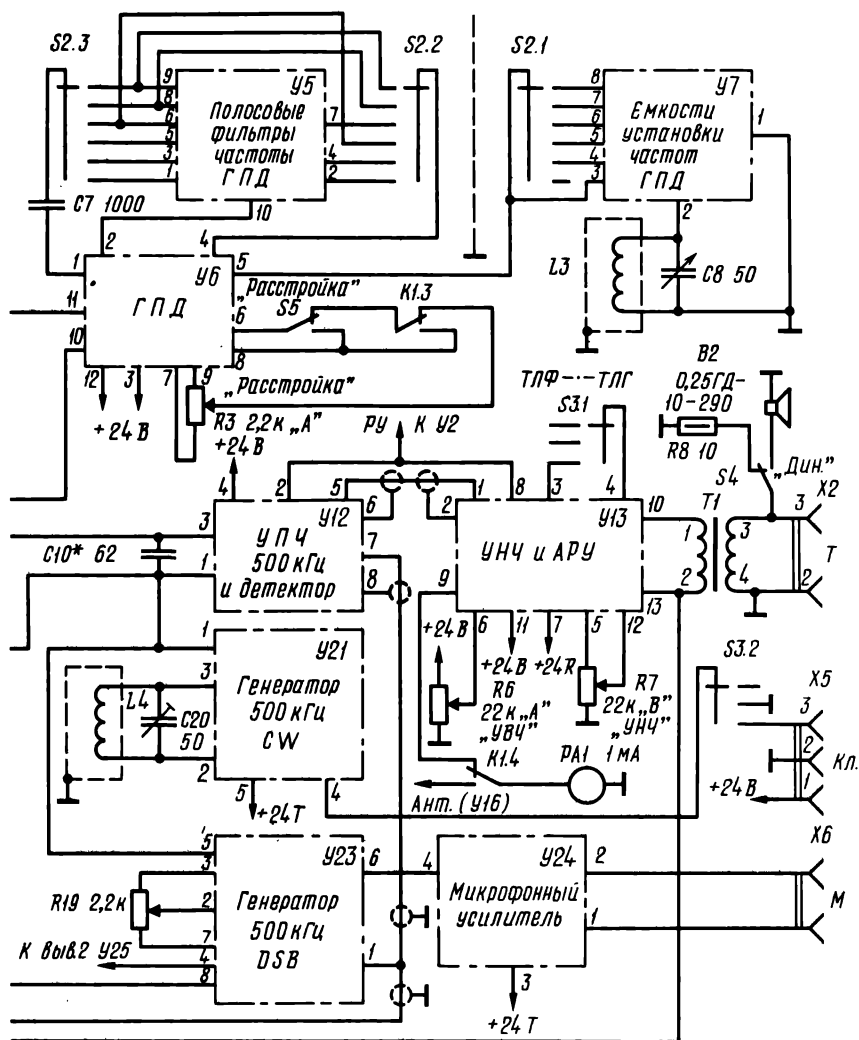


Рис. 2.1. Принципиальная электрическая схема трансивера



Для постройки более простых трансиверов потребуется только часть узлов, изображенных на этой схеме, и исключение одной из ламп усилителя мощности. Изучив эту схему, вы убедитесь, что все элементы приемника в ней присутствуют, так что ни одна крупница трудов, затраченных на создание приемника, не окажется бесполезной. Катушка  $L4$  намотана на пластмассовом каркасе диаметром 9 мм проводом ПЭЛШО 7×0,07, число витков 75, намотка «Универсаль», ширина секции 8 мм, алюминиевый экран диаметром 33 мм.

Дроссель  $L5$  намотан на керамическом каркасе диаметром



18 мм проводом ПЭЛО 0,25. Начиная от конца, соединенного с конденсатором  $C16$ , наматываются в один слой виток к витку 115 витков, а затем еще 15 витков с шагом 1 мм.

Катушки  $L6$  и  $L7$  содержат по 3 витка провода ПЭВ-2 0,72, намотанных с шагом 3 мм на резисторах  $R22$  и  $R23$  (МЛТ-2).

## 2.1. Трансивер для работы телеграфом на диапазоне 160 м с выходной мощностью 5 Вт

Для превращения приемника коротковолновика-наблюдателя в трансивер начинающего коротковолновика необходимо ввести



следующие детали, узлы и цепи: цепи переключения «*Прием — Передача*», генератор телеграфного сигнала на частоте 500 кГц, два смесителя, работающих в режиме «*Передача*», предварительный усилитель мощности передатчика, согласующий фильтр частоты сигнала, выходной каскад усилителя мощности, детектор напряжения в антенне, дополнительные источники питания.

Цепи переключения «*Прием — Передача*» управляются контактом педали (можно использовать кнопку, тумблер), подключаемой к разъему *X4*. При замыкании контакта педали левый по схеме конец обмотки реле *K1* через находящийся в узле выпрямителей резистор оказывается соединенным с корпусом. Так как на другой конец обмотки реле *K1* постоянно подано напряжение — 100 В, нажатие педали приведет к срабатыванию реле и снижению отрицательного напряжения на движке резистора *R16*. В результате контакты реле *K1* переводятся из показанного на схеме состояния в противоположное и на выходной каскад усилителя мощности подается напряжение смещения управляющей сетки, устанавливающее рабочий режим этого каскада. Диод *V4* предотвращает обгорание контактов педали, шунтируя напряжение, возникающее на обмотке реле в момент разрыва цепи ее питания. У реле *K1* четыре группы переключающих контактов. У первой группы *K1-1* используются только замыкающие контакты в режиме «*Передача*» для отключения узкополосного фильтра частоты сигнала от П-контура.

Вторая группа *K1-2* переключает напряжение +24 В с цепей, работающих в режиме «*Прием*» (+24*R*), на работающие в режиме «*Передача*» (+24*T*). Напряжение +24*R* подается на узел УНЧ и АРУ (вывод 7, который в приемнике был соединен с +24 В постоянно), а +24*T* на узлы генератора 500 кГц *СШ* и предварительного усилителя мощности передатчика. Напряжение +24*R* на выводе 7 узла 13 обеспечивает работу АРУ в режиме приема. При передаче напряжение с вывода 7 узла 13 снимается, и напряжение регулировки усиления УВЧ и УПЧ приемника снижается до минимума. Кроме того, напряжения +24*T* и +24*R* подаются на узел переключения «*Прием — Передача*», где используются для формирования напряжения *R* и *T*. Напряжение *R* близко к 0 при приеме, а при передаче становится равным — 8 В, а *T* близко к 0 при передаче и становится равным — 8 В при приеме. Эти напряжения управляют работой смесителей: на выводы 4 узлов смесителей 4 и 9, соединенные в приемнике с корпусом, в трансивере подается напряжение *R*, а на выводы 3 смесителей передатчика (узлы 10 и 20) — напряжение *T*. Таким образом, смесители приемника запираются в режиме «*Передача*», а смесители передатчика — в режиме «*Прием*». Напряжение *T* используется и для управления работой предварительного усилителя мощности передатчика.

Третья группа контактов в реле *K1-3* управляет «*Расстройкой*» ГПД. В приемнике «*Расстройка*» была полезным, но не необходимым органом управления, а в трансивере без нее не обойтись. Дело тут в следующем: если частота ГПД остается неизменной

при переходе трансивера с приема на передачу, частота передатчика будет точно определяться частотой настройки приемника. Но корреспондент (особенно имеющий отдельные приемник и передатчик) может вызвать вас на частоте, немного отличающейся от частоты вашего передатчика. При отсутствии «Расстройки» вы, вынужденные перед ответом перестроить свой приемник, измените и частоту передачи. В результате ничего не подозревающий корреспондент может ваш сигнал «потерять». Именно поэтому в трансивере необходимо иметь независимую настройку приемника. С этой целью напряжение с движка *R3* подано на верхний по схеме контакт *S5* не прямо (как это было в приемнике), а через *K1-3*. При приеме выключатель расстройки *S5* работает так же, как он работал и в приемнике. Во время передачи «Расстройка» всегда выключена.

Таким образом, если вы услышите вызов не на частоте настройки приемника, необходимо включить «Расстройку» и с ее помощью подстроить приемник. При переходе на передачу «Расстройка» выключится, и корреспондент обнаружит ваш сигнал на прежней частоте.

Контакты *K1-4* переключают измерительный прибор с работы *S*-метром в режиме «Прием» на измерение напряжения в антенне. В режиме «Передача» вывод 9 узла *13*, соединяющийся в приемнике с *РА-1* постоянно, в трансивере соединен с прибором только в режиме «Прием», а при передаче на *РА-1* подается напряжение с выхода узла *16*.

В трансивере используются еще 2 направления переключателя *S3*: направление *S3-2* соединяет телеграфный ключ, подключенный к разъему *X5*, с узлом *21* в режиме «ТЛГ», а в среднем положении *S3* (между «ТЛГ» и «ТЛФ») обеспечивает постоянное замыкание контактов ключа. Это положение *S3* удобно использовать при настройке передатчика.

Направление *S3-3* в телеграфном передатчике не нужно, но чтобы не возвращаться к распайке контактов этого переключателя при доделке трансивера на режим работы телефоном, используем это направление в соответствии со схемой рис. 2.1. Напряжение +24 В в режиме «ТЛГ» будет на выводе 2 узла *22* как при приеме, так и при передаче. Соединение с этим выводом вывода *13* узла *13* (в приемнике на него было подано +24 В) на работе УНЧ приемника не скажется. Во время телеграфной передачи УНЧ приемника продолжает работать, обеспечивая самоконтроль при работе на ключе.

Генератор 500 кГц *CW* при замыкании телеграфного ключа (или установке *S3* в среднее положение) вырабатывает напряжение с частотой около 501 кГц. Именно такой сигнал 2-й ПЧ приемника соответствует настройке на телеграфную станцию, так как он после детектирования превращается в сигнал с частотой 1 кГц, на которую настроен фильтр УНЧ.

УПЧ 500 кГц при переходе на передачу имеет минимальное усиление, но его достаточно для попадания сигнала с частотой

501 кГц на детектор. Поскольку при передаче телеграфом УНЧ работает, обеспечивается прослушивание собственного сигнала.

Сигнал с узла 21 проходит через ЭМФ и подается на 1-й смеситель передатчика. На выходе этого смесителя появляется сигнал с частотой 501 кГц (частотой сигнала 1-й ПЧ приемника при работе телеграфом). Этот сигнал проходит через ФСС 5 МГц и подается на 2-й смеситель передатчика.

Вспомним, что для диапазона 160 м:

$$f_{\text{ПЧ1}} = f_{\text{ГПД}} - f_{\text{сигнала}}.$$

$$f_{\text{сигнала}} = f_{\text{ГПД}} - f_{\text{ПЧ1}}.$$

Именно последнее выражение определяет значение частоты сигнала на выходе 2-го смесителя передатчика. Следовательно, в этом смесителе (при неизменности частоты ГПД при переходе с приема на передачу) формируются частоты сигналов передатчика, точно совпадающие с частотами настройки приемника.

Пройдя через полосовой фильтр частоты сигнала, телеграфные посылки поступают на предварительный усилитель мощности, состоящий из узла 18 и установленного вне этого узла мощного транзистора V5. Нагрузкой V5 служат согласующие фильтры частоты сигнала, выход которых подключен к входу выходного каскада усилителя мощности передатчика. Нагрузкой этого каскада служит П-контур, выходное напряжение которого подается на разъем X1 (в антенну радиостанции, общую для приема и передачи) и через резистор R11 — на детектор напряжения в антенне.

Рассмотрим схемы новых узлов трансивера подробно.

### Детектор напряжения в антенне

Так как у резистора 16R1 детектора напряжения (рис. 2.2) сопротивление в 50 раз меньше, чем у резистора R11, на диод 16V1 подается 2% от напряжения, развиваемого в антенне. Этот германиевый диод обеспечивает детектирование небольших по амплитуде сигналов. Напряжение постоянного тока отфильтровывается цепью 16C1—16R2 и подается на измерительный прибор, показания которого пропорциональны выходной мощности передатчика.

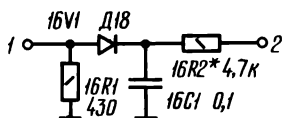


Рис. 2.2. Принципиальная электрическая схема детектора напряжений в антенне

### Выходной каскад усилителя мощности

Принципиальная электрическая схема выходного каскада усилителя мощности передатчика с цепями его питания приведена на рис. 2.3.

В усилителе (рис. 2.3) применен не транзистор, а мощный лучевой пентод ГУ-50 с напряжением на аноде +300 В. Сделано это по следующим соображениям:

транзисторный усилитель мощности требует сложной схемы защиты от случайного отключения нагрузки (антенны); ламповый же способен без каких-либо последствий выдержать многократное увеличение выходного напряжения;

использование сравнительно мощной лампы при малом анодном напряжении позволит в дальнейшем без больших переделок увеличить выходную мощность передатчика до 100 Вт;

ламповый усилитель мощности, обеспечивающий работу на всех любительских коротковолновых диапазонах, в настоящее время значительно более дешев, чем транзисторный усилитель, обладающий такими же возможностями.

Серьезный недостаток лампового усилителя — сравнительно большие напряжения питания. Уже примененное в трансивере напряжение +300 В опасно для жизни, а прикосновение к цепям с напряжением +600 В или +900 В в более мощных усилителях может оказаться смертельным. Будьте осторожны! Хорошее правило при работе с ламповым усилителем — держать одну руку за спиной, а под ноги положить изоляционный коврик.

Входной сигнал подается на управляющую сетку лампы V3 через резистор R14, предотвращающий возможность самовозбуждения каскада на УКВ. Конденсатор C31 используется как эквивалент второй лампы усилителя, которую мы применим только в трансивере радиостанции первой категории. В анодную цепь лампы включен антипаразитный резистор R22, потери в котором на рабочих частотах близки к нулю, так как он зашунтирован катушкой L6.

По постоянному току анодная цепь питается через дроссель L5. В цепь высокого напряжения включен фильтр C16—R12—C17, предотвращающий появление высокочастотного напряжения на электролитическом конденсаторе C23. Питательные напряжения на усилитель мощности поступают с выводов 11 (+300 В) и 16 (−100 В) узла 15. Для этого узел выпрямителя соединен с выводами 3, 4, 11 и 12 силового трансформатора. Экранирующая сетка получает питание от дополнительного фильтра R17—C24. На нить накала

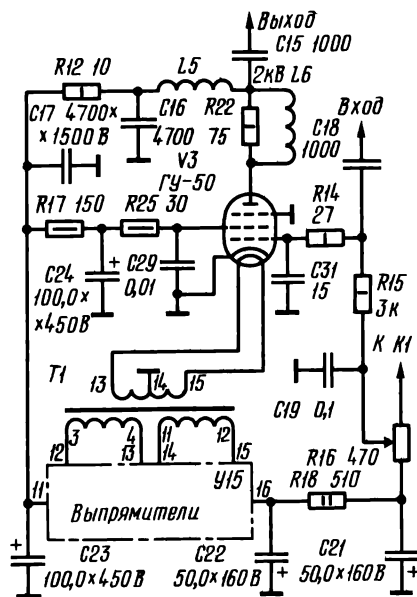


Рис. 2.3. Принципиальная электрическая схема выходного каскада усилителя мощности

лампы подаются два противофазные напряжения 6,3 В, снимаемые с выводов 13 и 15 силового трансформатора. Средняя точка 14 этой обмотки заземлена, что позволяет в дальнейшем использовать ее в выпрямителе на напряжение +5 В для питания микросхем и нитей накала индикаторов цифровой шкалы.

### Согласующие фильтры частоты сигнала

Для диапазона 160 м в узле 17 (рис. 2.4) используются только дроссель 17L6, резисторы 17R5, 17R6 и конденсатор 17C5.

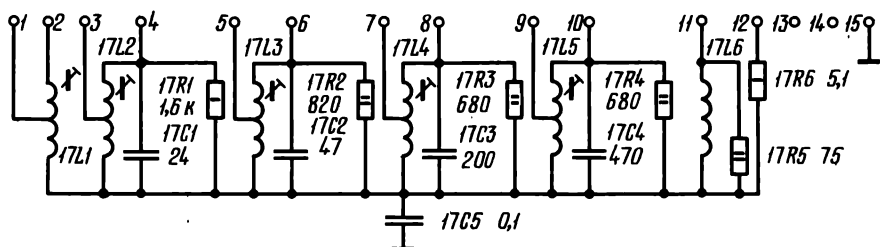


Рис. 2.4. Принципиальная электрическая схема согласующих фильтров частоты сигнала

Два последних элемента образуют фильтр в цепи питания выходного каскада (V5) предварительного усилителя мощности передатчика. Нагрузкой этого каскада на диапазоне 160 м служит резистор 17R5 сопротивлением 75 Ом. Дроссель 17L6 шунтирует этот резистор по постоянному току. Таким образом, на диапазоне 160 м узел 17 представляет для транзистора V5 апериодическую (не имеющую резонансных свойств) нагрузку. Напряжение с этой нагрузки подается прямо на вход выходного каскада усилителя мощности (см. рис. 2. 1). Следовательно, для диапазона 160 м функции фильтрации и согласования узлом 17 не осуществляются, но свое название он полностью оправдывает в трансивере, работающем на всех коротковолновых любительских диапазонах.

Все катушки намотаны на каркасах диаметром 9 мм. Катушка 17L6 без сердечника с намоткой типа «Универсаль», выполненной проводом ПЭШО 0,31, ширина ее секции 6 мм. Остальные катушки с сердечниками СЦР-1 намотаны проводом ПЭШО 0,44 в один слой виток к витку. Число витков приведено в табл. 11.

Таблица 11

Обозначение по схеме	17L1	17L2	17L3	17L4	17L5	17L6
Число витков	3+3	4+4	5+5	9+9	15+15	50

## Предварительный усилитель мощности передатчика

Принципиальная электрическая схема узла 18, входящего в предварительный усилитель мощности, приведена на рис. 2.5. Сигнал с частотой, равной частоте выходного сигнала передатчика, поступает на первый затвор транзистора 18V2 КП350Б (как и в узлах приемника, можно использовать КП350 с любой буквой). Во время приема этот транзистор заперт отрицательным напряжением — на вывод 7 подается —8 В, а с вывода 1 снимается +24 В. Цепь истока этого транзистора заземляется через оплетку короткого коаксиального кабеля, по которому входной сигнал подается на узел 18. Это сделано для исключения паразитных связей входа предварительного усилителя с выходным каскадом усилителя мощности. Такие связи могут возникнуть вследствие напряжения между первым затвором и истоком транзистора 18V2, которое появляется благодаря току П-контура, протекающему по участку шасси.

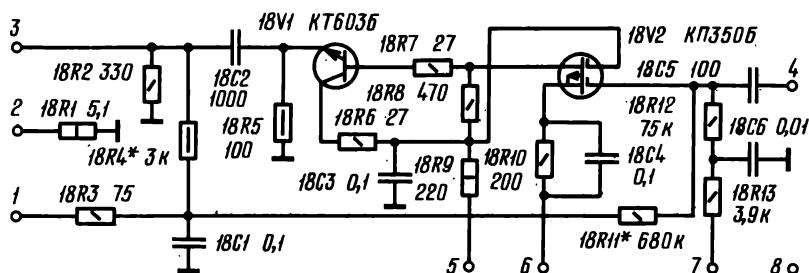


Рис. 2.5. Принципиальная электрическая схема предварительного усилителя мощности передатчика

Нагрузка транзистора 18V2 — низкоомный резистор 18R8. Через антипаразитный резистор 18R7 усиленное напряжение подается на эмиттерный повторитель, в котором используется транзистор 18V1 КТ603Б (замены этого транзистора приведены в описании таких же повторителей, работающих в приемнике). Резистор 18R6 — антипаразитный. Напряжение питания коллектора 18V1 используется и для создания положительного смещения на 2-м затворе транзистора 18V2.

В узле 18 размещены резисторы делителя напряжения, создающего смещение на базе выходного каскада предварительного усилителя (транзистор V5), и резистор 18R1, включенный в цепь эмиттера транзистора V5, работающего в режиме усиления класса «А».

## Смесители передатчика

Принципиальная электрическая схема смесителей передатчика приведена на рис. 2.6. Оба смесителя (узлы 19 и 20) идентичны и повторяют смесители приемника, отличаясь от них только

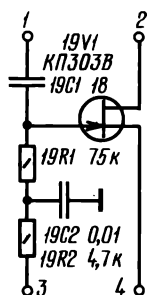


Рис. 2.6. Принципиальная электрическая схема смесителя передатчика

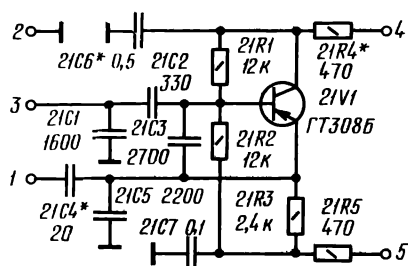


Рис. 2.7. Принципиальная электрическая схема узла генератора 500 кГц СВ

отсутствием фильтра по цепи +24 В и резисторов в цепи истока. Эти элементы — общие для смесителей приемника и передатчика.

### Генератор 500 кГц СВ

Частота выходного сигнала узла генератора (рис. 2.7) определяется контуром  $L4 - C20, 21C1, 21C2, 21C3, 21C5$ . Генератор собран по трехточечной схеме с емкостным делителем на транзисторе 21V1 ГТ308Б (можно использовать ГТ308 с любой буквой или транзистор П416 с любой буквой). Применение германиевого транзистора необходимо для обеспечения плавного нарастания и спада выходного напряжения узла при манипуляции. Форма телеграфного сигнала определяется цепью 21R4 — 21C6. Поскольку нарастание сигнала зависит от заряда конденсатора 21C6 через резистор 21R4, а спадание — от разряда этого конденсатора через внутреннее сопротивление генератора, которое больше сопротивления 21R4, то телеграфная посылка на выходе узла 21 оказывается с крутым передним фронтом и пологим задним. Такой сигнал разборчив, приятен на слух и занимает (при указанных по схеме рис. 2.7 значениях 21R4 и 21C6) очень узкую полосу частот.

### Узел переключения прием — передача

На вывод 5 этого узла (рис. 2.8) подано отрицательное напряжение —100 В, благодаря чему при отсутствии напряжений +24 В на выводах 4 и 6 со стабилитронов 22V3 и 22V4 снимаются стабильные напряжения около —8 В. При подаче на вывод 3 или 7 +24 В соответствующий стабилитрон оказывается под напряжением, полярность которого обратна стабилизируемому им

напряжению, и он работает как обычный диод — падение напряжения на открытом кремниевом диоде мало (около 0,6 В). Таким образом, на выводах 4 и 6 формируются напряжения *R* и *T*.

Напряжение на выводе 2 равно +24 В, когда такое же напряжение поступает либо на вывод 1, либо на вывод 3 (диоды 22V1 и 22V2 образуют схему «ИЛИ»). Из рис. 2.1 видно, что на выводе 2 напряжение +24 В пропадет только при передаче и при установке *S3* в положения «ТЛФ» и среднее между «ТЛГ» и «ТЛФ». Именно последнее положение имеет отношение к телеграфному трансиверу, так как обеспечивает его молчание во время настройки.

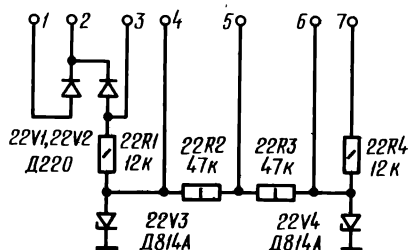


Рис. 2.8. Принципиальная электрическая схема узла переключения «Прием — Передача»

## Конструкция трансивера

Расположение узлов и деталей трансивера показано на рис. 1.16. Дополнительно на панели 3 следует установить только конденсатор *C31*, а на месте, отведенном для узла 25, резистор *R25*. Напряжения на предварительный и выходной усилители мощности поданы через коаксиальные кабели с волновым сопротивлением 75 Ом (вывод 8 узла 18 является опорной точкой для распайки кабеля).

Платы узлов трансивера приведены на рис. 2.9—2.14.

## Настройка трансивера

Настройку трансивера следует начинать с проверки новых источников питания — 100 В и +300 В.

Без нагрузки (в режиме «Прием») напряжение на конденсаторе *C21* должно быть около —90 В, а на *C23* — около 300 В.

Для проверки источника питания — 100 В под нагрузкой замыканием контакта педали трансивер переводят в режим «Передача» — напряжение на *C21* уменьшится до —65 В.

Для проверки источника питания +300 В трансивер оставляют в режиме «Прием» и подключают параллельно конденсатору *C23* резистор с сопротивлением 3 кОм (на нем будет рассеиваться около 30 Вт). Напряжение с +300 В снизится до 270 В.

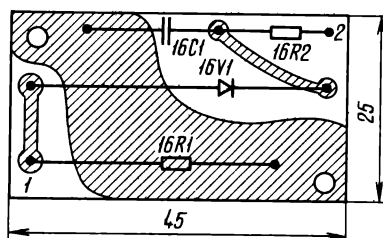


Рис. 2.9. Плата детектора напряжения в антенне



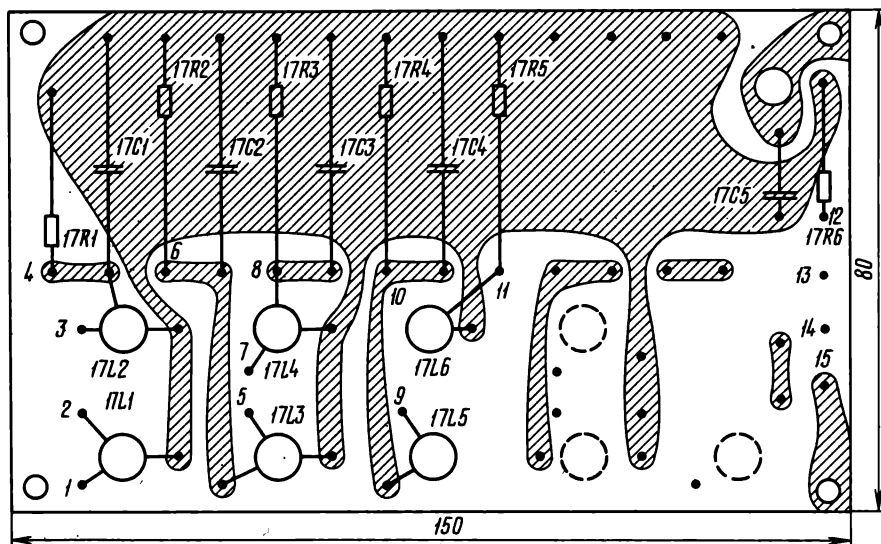


Рис. 2.10. Плата согласующих фильтров частоты сигнала

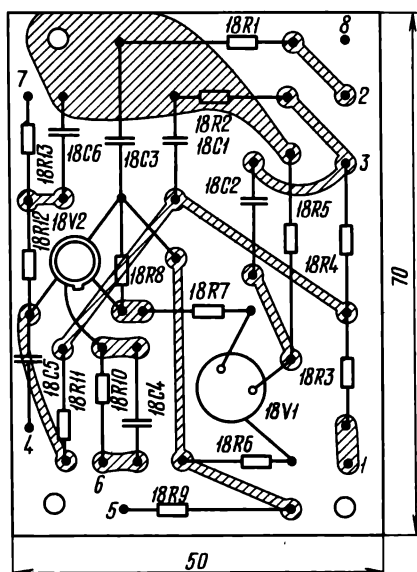
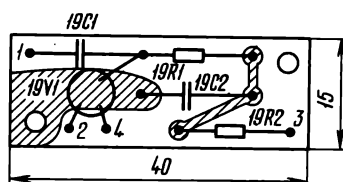


Рис. 2.11. Плата предварительного усилителя мощности передатчика

Рис. 2.12. Плата смесителей передатчика



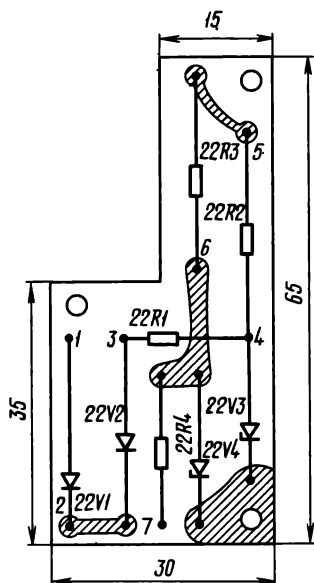


Рис. 2.14. Плата переключения «Прием — Передача»

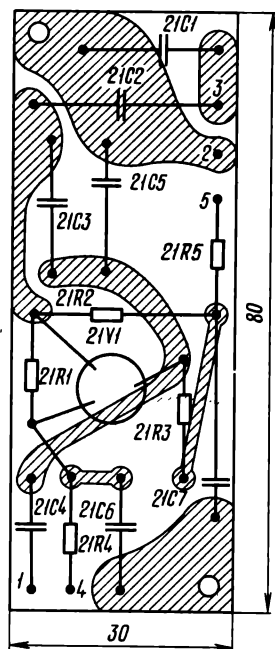


Рис. 2.13. Плата генератора 500 кГц CW

Затем проверяют работу цепей переключения «Прием — Передача». Значения напряжений на выводах узла 22 должны быть близкими к указанным в табл. 12.

Таблица 12

Режим	Вывод 4	Вывод 6
«Прием»	0,6	—8
«Передача»	—8	0,6

Дальнейшую работу следует вести в режиме «Передача».

Сначала регулируют генератор телеграфного сигнала, установив *S3* в среднее положение. Постоянные напряжения на эмиттере, базе и коллекторе транзистора *21V1* должны быть соответственно 12, 12 и 2 В. При устойчивой генерации ВЧ напряжение на эмиттере поддерживается около 2 В.

Подключив к эмиттеру транзистора *21V1* частотомер (он использовался при проверке ГПД), подгоняют частоту генератора подбором величины конденсатора *21C1*. Она должна быть 501 кГц при среднем положении ротора конденсатора *C21*. Далее проверяют

стабильность этой частоты: при прогреве всех деталей генератора телеграфного сигнала, выполняемом по методике, применявшейся при регулировке ГПД, уход частоты не должен превышать 50 Гц. Как видим, требование к относительной стабильности частоты здесь значительно менее жесткое, чем для ГПД, поэтому и достигнуть нужного результата будет гораздо проще. Если катушка *L4* намотана достаточно плотно, тщательно пропитана клеем БФ-2 или БФ-6 и высушена при температуре около 100 °С, тип конденсаторов *21C1*, *21C3* и *21C5* КСО или СГМ группы «Г», а группа керамического конденсатора *21C2* «М», то температурная стабильность частоты должна оказаться близкой к требуемой. При необходимости придется подобрать температурный коэффициент конденсатора *21C2*.

Для проверки формы телеграфного сигнала необходимо подключить осциллограф к выходу ЭМФ (вывод 1 узла 20). При частоте развертки 10...20 Гц можно хорошо рассмотреть форму сигнала на скорости телеграфной передачи 150 ... 200 знаков в минуту. Очень удобно это сделать, используя электронный ключ, передающий точки. Кстати, именно для питания такого ключа на первое гнездо *X5* подано напряжение + 24 В. Требуемая форма телеграфного сигнала приведена на рис. 2.15. Крутизна обоих фронтов посылки определяется емкостью конденсатора *21C6*, а резистор *21R4* определяет только крутизну переднего фронта.

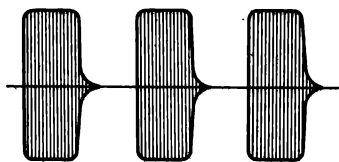


Рис. 2.15. Телеграфный сигнал на выходе ЭМФ

Временно переведя трансивер в режим «Прием», прослушивают сигнал самоконтроля. С помощью конденсатора *C20* подбирают тон сигнала, совпадающий с максимумом частотой характеристики УНЧ в телеграфном режиме.

После этого проверяют величину телеграфного сигнала на выходе ЭМФ и подбором конденсатора *21C4* устанавливают ее близкой к 0,5 В.

Проверка работы смесителей передатчика должна дать следующие результаты. Постоянные напряжения на электродах их транзисторов должны быть такими же, как и напряжения на электродах транзисторов смесителей приемника в режиме «Прием». На выходе ФСС 5 МГц (вывод 1 узла 19) ВЧ напряжение при нажатии ключа должно быть около 0,7 В, а при его отжатии — исчезать. Напряжение на выходе полосового фильтра частоты сигнала (вывод 4 узла 18) должно быть около 1 В при нажатом ключе и не более 0,05 В при отсутствии телеграфного сигнала.

Стоит проверить настройку ФСС 5 МГц и полосового фильтра диапазона 160 м: все контуры ФСС должны быть настроены по максимуму напряжения на выходе полосового фильтра, а правильная настройка полосового фильтра должна обеспечивать из-

менение этого напряжения при перестройке ГПД во всем диапазоне 160-метрового диапазона не более чем на 10%.

Постоянные напряжения на электродах транзисторов предварительного усилителя мощности передатчика (проверяются при отсутствии телеграфного сигнала) должны соответствовать данным табл. 13.

Таблица 13

Транзистор	18V1	18V2	V5
Эмиттер или исток	5	2	1
База или первый затвор	5,5	3	1,6
Второй затвор	—	10	—
Коллектор или сток	10	5	23

Режим транзистора V5 устанавливается подбором величины резистора 18R4. При нажатии на ключ ВЧ напряжение на сетке V3 должно быть около 15 В.

Для установки режима работы лампы усилителя мощности параллельно резистору R12 временно подключают вольтметр постоянного тока. С помощью потенциометра R16 устанавливают ток, протекающий через транзистор V3, равный 50 мА (напряжение на резисторе R12 0,5 В).

В качестве нагрузки к разъему X1 подключают безындукционный резистор сопротивлением 50 ... 100 Ом мощностью не менее 5 Вт (например, 3 параллельно включенных резистора МЛТ-2 по 200 Ом). При нажатом ключе, регулируя П-контур, добиваются максимума показаний прибора PA-1. Для работы на диапазоне 160 м переключатель S1 устанавливается в показанное на схеме положение. Измерив ВЧ напряжение на нагрузке, определяют выходную мощность передатчика по формуле:

$$P_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{нагр.}}^2}{R_{\text{нагр.}}}$$

Убедившись, что эта мощность равна 5 Вт, а при отжатии ключа практически равна нулю, настройку трансивера можно считать законченной. После подключения антенны снова настраивают П-контур по максимуму показаний PA-1. При указанном на схеме значении резистора 16R2 показания прибора трансивера в режиме «Передача» могут оказаться очень малыми (до 100 мкА) и для удобства настройки их можно увеличить подбором величины резистора 16R2. Делая это, нужно учитывать, что для другой антенны показания прибора могут сильно возрасти. Они зависят от входного сопротивления антенны.

## 2.2. ТРАНСИВЕР НА 160 м ДЛЯ РАБОТЫ ТЕЛЕГРАФОМ И ТЕЛЕФОНОМ

Для превращения телеграфного трансивера в трансивер, работающий еще и телефоном, потребуется дополнительно ввести в его состав устройство формирования однополосного сигнала. Почему именно однополосного, ведь любительским радиостанциям разрешена работа и с обычной амплитудной модуляцией, используемой радиовещательными станциями?

На рис. 2.16, *а* и *б* приведены спектры сигналов однополосного передатчика и передатчика, использующего амплитудную модуляцию при равенстве пиковых значений их мощностей. Из рисунка видно, что у однополосного передатчика мощность спектральных составляющих сигнала, несущих полезную информацию, в четыре раза больше чем у передатчика с амплитудной модуляцией. А учитывая, что необходимая полоса пропускания приемника для однополосной телефонии в два раза уже полосы обычного приемника, общий выигрыш в соотношении сигнал/помеха при переходе от амплитудной к однополосной модуляции эквивалентен увеличению мощности в восемь раз. Иначе говоря, наш 5-ваттный однополосный передатчик будет слышен так же, как солидный передатчик с амплитудной модуляцией мощностью 40 Вт.

Использование однополосной модуляции связано с определенными трудностями:

- в приемнике необходимо иметь смесительный детектор;

- требуется высокая стабильность частоты приемника и передатчика;

- в передатчике должен быть фильтр, способный отделить одну боковую полосу амплитудно-модулированного сигнала от другой.

В нашем телеграфном трансивере уже есть смесительный детектор, обеспечена высокая стабильность частоты ГПД, а два других гетеродина стабилизированы кварцем и имеется ЭМФ, который прекрасно справится с задачей выделения нужной боковой полосы. Поэтому, построив однополосный телефонный передатчик, мы получим солидный выигрыш в его эффективности, не преодолевая каких-либо дополнительных препятствий.

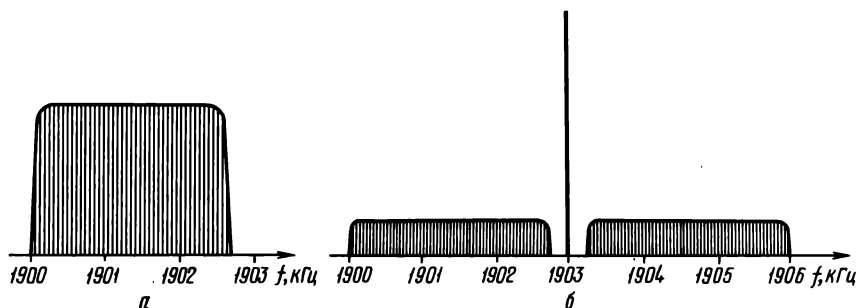


Рис. 2.16. Спектры сигналов однополосного передатчика *а* и передатчика с амплитудной модуляцией *б* при одинаковой максимальной мощности

Для переделки трансивера на режим работы телефоном (см. рис. 2.1) необходимо добавить следующие узлы и детали: разъем *X6* для подключения микрофона, микрофонный усилитель, генератор сигнала *DSB* на частоте 500 кГц, узел автоматической регулировки уровня однополосного сигнала.

Микрофонный усилитель увеличивает амплитуду сигнала от микрофона до величины, необходимой для работы узла генератора сигнала *DSB*.

Сигнал *DSB* отличается от обычного сигнала с амплитудной модуляцией отсутствием несущей частоты. В нашем трансивере он формируется балансным модулятором, на который кроме модулирующего сигнала НЧ подается сигнал с частотой 500 кГц. Поэтому на выходе узла 23 будут присутствовать две боковые полосы, расположенные симметрично (выше и ниже) частоты 500 кГц. Этот сигнал подается на ЭМФ, который в полном соответствии со своим наименованием — ЭМФ 500-9Д-3В выделяет верхнюю боковую полосу, так что на 1-й смеситель передатчика поступает сформированный на частоте 500 кГц сигнал *SSB*, с верхней боковой полосой. После 1-го смесителя передатчика и ФСС 5 МГц получается сигнал с верхней боковой полосой. При сложении частоты 500 кГц с частотой 4500 кГц не происходит изменения положения боковой полосы.

В диапазоне 160 м на выходе 2-го смесителя передатчика выделяется разность частот ГПД и сформированного на частоте 5 МГц сигнала, так что полосовым фильтром частоты сигнала будет выделен сигнал с нижней боковой полосой. Именно такой сигнал принято использовать радиолюбителями при работе телефоном на диапазоне 160 м.

Работа остальных элементов трансивера в телефонном режиме отличается от их работы в телеграфном режиме только наличием автоматической регулировки уровня излучаемого сигнала. В телеграфном трансивере можно было подобрать величину сигнала на входе 1-го смесителя передатчика раз и навсегда, так как телеграфный сигнал, поступающий на ЭМФ, имеет постоянную амплитуду во время передачи точек и тире. Амплитуда же телефонного сигнала во время передачи сильно изменяется. Происходит это, во-первых, потому, что амплитуда сигнала на выходе микрофона, повторяя амплитуду изменения давления воздуха на его мембрану, изменяется в очень широких пределах. А во-вторых, потому, что средний уровень телефонного сигнала зависит от расстояния между ртом и микрофоном и интенсивности произносимых звуков. Как показывает практика, услышав интересного корреспондента, радиолюбитель часто автоматически приближает микрофон к рту и максимально повышает громкость голоса.

Обе эти причины требуют обязательного введения в состав телефонного передатчика эффективной системы автоматической регулировки уровня излучаемого сигнала. Вот как осуществляется эта регулировка в рассматриваемом трансивере.

При увеличении сигнала возбуждения на сетке лампы *V3*

среднее значение тока ее экранирующей сетки увеличивается незначительно до тех пор, пока напряжение на нагрузке анодной цепи меньше определенной величины, соответствующей критическому режиму работы усилителя мощности.

Дальнейшее увеличение напряжения возбуждения приводит к резкому увеличению тока экранирующей сетки. Величина этого тока измеряется в узле 25, вызывая по мере приближения к критическому режиму работы выходного каскада уменьшение положительного выходного напряжения на выводе 2 этого узла. Выходное напряжение узла автоматической регулировки сигнала *SSB* определяет уровень сигнала на выходе узла генератора 500 кГц *DSB*. Постоянная времени цепи формирования выходного сигнала в узле 25 выбрана такой, что автоматическая регулировка сигнала *SSB* обеспечивает сжатие динамического диапазона телефонного сигнала на выходе передатчика и одновременно поддерживает постоянный средний уровень выходного сигнала при изменении положения микрофона относительно оператора. За счет поднятия уровня слабых сигналов автоматическая регулировка повышает их разборчивость на фоне помех при слабой слышимости, что эквивалентно кажущемуся увеличению силы сигнала примерно на 1 балл (в 4 раза по мощности). Таким образом, благодаря однополосной модуляции и автоматической регулировке уровня сигнала при работе с дальними станциями трансивер мощностью 5 Вт будет слышен как обычный АМ передатчик мощностью 160 Вт. Рассмотрим схемы новых узлов трансивера.

### Микрофонный усилитель

Для предотвращения воздействия на вход усилителя (рис. 2.17) переменных напряжений, приложенных между различными точками корпуса трансивера, сигнал от микрофона подается на узел 24 по двум изолированным от корпуса проводам. Провод, соединенный с экраном кабеля микрофона, подключен к корпусу в самом узле микрофонного усилителя. На входе усилителя включен фильтр

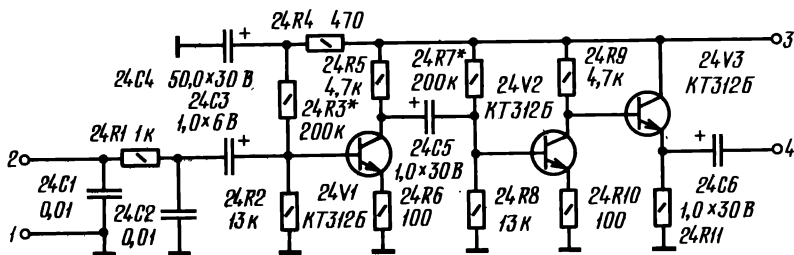


Рис. 2.17. Принципиальная электрическая схема микрофонного усилителя

24C1-24R1-24C2, предохраняющий трансивер от высокочастотных наводок на микрофон.

Необходимое усиление сигнала, поступающего от динамического бестрансформаторного микрофона, обеспечивается двумя каскадами на транзисторах 24V1 и 24V2. Для согласования с низким входным сопротивлением балансного модулятора на выходе микрофонного усилителя применен эмиттерный повторитель на транзисторе 24V3. Транзисторы КТ312Б могут быть заменены на транзисторы КТ312 или КТ315 с любой буквой, однако, если применить транзисторы с буквой «А» и в качестве 24V1 и 24V2, общее усиление узла может оказаться недостаточным.

### Генератор 500 кГц DSB

Схема генератора сигнала DSB приведена на рис. 2.18. Напряжение частотой 500 кГц подается на выводы 3 и 7 узла 23 с потенциометра R19 (см. рис. 2.1), между движком которого и источником напряжения частотой 500 кГц включен разделительный конденсатор 23C1. Балансный модулятор собран по кольцевой схеме на диодах 23V1—23V4. Вместо диодов Д18 можно использовать высокочастотные германиевые диоды, например, Д2, Д9 с любыми буквами. Для точной балансировки служат конденсаторы 23C3, 23C4, которые при настройке могут быть включены либо так, как это показано на рис. 2.18 (к верхнему по схеме концу катушки 23L1), либо к нижнему концу.

23L1 — катушка связи балансного модулятора с контуром 23L2—23C5, настроенным на частоту 500 кГц. С этого контура сигнал DSB поступает на усилитель, собранный на транзисторе 23V5. Вместо КП350Б можно использовать КП350 или КП306 с любой буквой. На второй затвор транзистора 23V5 через фильтр 23R4—23C6 подается положительное напряжение автоматической регулировки уровня выходного сигнала. В цепь стока включен ЭМФ. Питательное напряжение на сток подано через обмотку ЭМФ от фильтра, находящегося в узле 12.

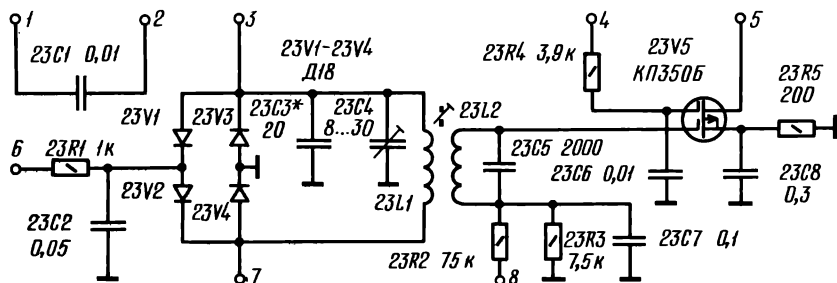


Рис. 2.18. Принципиальная электрическая схема генератора 500 кГц DSB



Для того чтобы транзистор  $23V5$  был открыт, на его первый затвор должно быть подано положительное смещение, снимаемое с делителя напряжения  $23R2 - 23R3$ . Как видно из схемы рис. 2.1, +24 В на вывод 8 узла  $23$  подается с секции переключателя  $S3-3$  только в положении «ТЛФ», когда трансивер находится в режиме «Передача». Таким образом, при работе телеграфом случайное появление сигналов на микрофонном входе трансивера не приводит к модуляции телеграфных посылок.

Катушки  $23L1$  и  $23L2$  размещены в одном сердечнике СБ-12А и содержат по 10 и 50 витков провода ПЭВ-2 0,2.

### **Узел автоматической регулировки сигнала SSB**

Резистор  $25R1$  узла  $25$  (рис. 2.19) соответствует резистору  $R25$  (см. рис. 2.3); по нему протекает ток экранирующей сетки лампы выходного каскада передатчика. Падение напряжения на этом резисторе через емкостный делитель  $25C1 - 25C2$  подается на детектор, собранный на диоде  $25V1$ , нагрузкой которого служит резистор  $25R3$ , зашунтированный конденсатором  $25C3$ . Конденсатор  $25C3$  может быстро зарядиться через диод  $25V2$  (как и  $25V1$  этот диод может быть заменен любым маломощным кремниевым диодом) отрицательным напряжением, возникающим при бросках тока экранирующей сетки. Разряжаться же он будет медленно только через резистор  $25R3$ , что обеспечивает необходимую для эффективной регулировки уровня сигнала зависимость сигнала на выходе узла  $25$  от времени, прошедшего после появления выброса НЧ сигнала.

Делитель  $25R2 - 25R4$  создает необходимое начальное положительное смещение на втором затворе транзистора усилителя сигнала  $DSB$  узла  $23$ .

### **Конструктивное выполнение трансивера для работы телеграфом и телефоном**

Размещение дополнительно вводимых в трансивер узлов  $23$ ,  $24$  и  $25$  было показано на рис. 1.16. Соединение разъема  $X6$  с узлом микрофонного усилителя должно быть сделано короткими свитыми между собой проводами, которые ни в коем случае не следует увязывать в один жгут с другими проводами трансивера.

Новые платы трансивера приведены на рис. 2.20, 2.21 и 2.22.

### **Настройка трансивера в телефонном режиме**

Все работы по настройке трансивера следует проводить при установке переключателя  $S3$  в положение «ТЛФ» и в режиме «Передача».

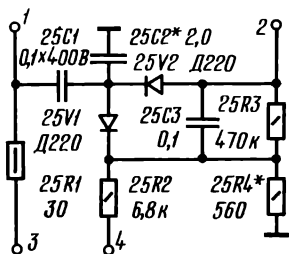


Рис. 2.19. Принципиальная электрическая схема узла автоматической регулировки сигнала SSB.

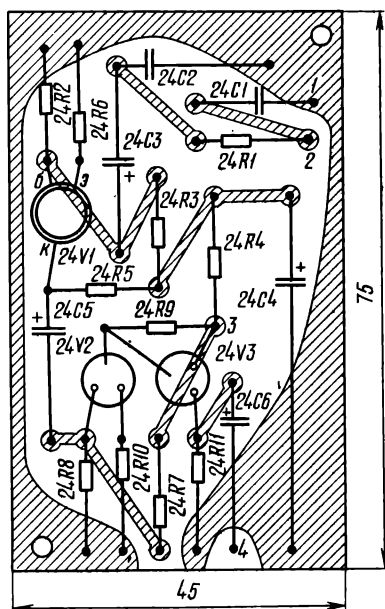


Рис. 2.21. Плата микрофонного усилителя

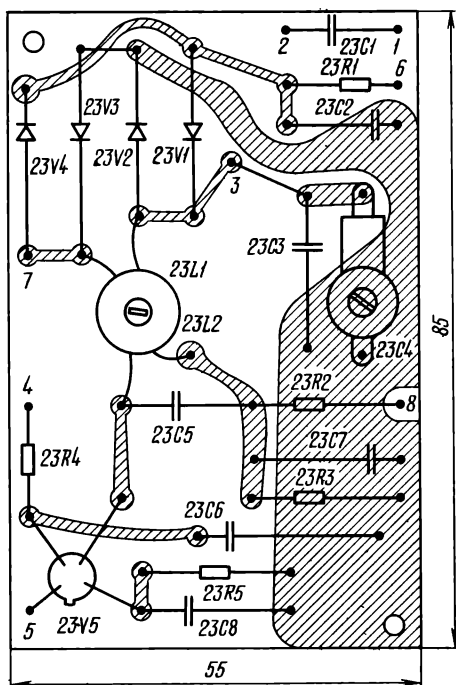


Рис. 2.20. Плата генератора 500 кГц DSB

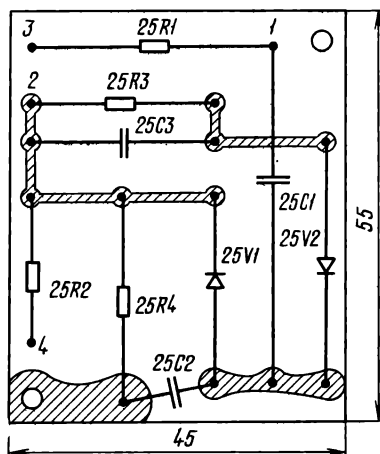


Рис. 2.22. Плата узла автоматической регулировки сигнала

Сначала надо проверить работу микрофонного усилителя. Режимы его транзисторов по постоянному току приведены в табл. 14.

Таблица 14

Транзистор	24V1	24V2	24V3
Эмиттер	0,3	0,3	11,6
База	0,9	0,9	12
Коллектор	12	12	24

Если напряжения на электродах транзисторов микрофонного усилителя существенно отличаются от рекомендованных (например, напряжение на коллекторах 24V1, 24V2 меньше 10 В или больше 14 В), следует подобрать величины резисторов 24R3 и 24R7.

При подаче на микрофонный вход трансивера НЧ напряжения частотой 300...3000 Гц и величиной до 5 мВ напряжение НЧ на выходе узла 24 (вывод 4) должно быть 0,5...1,5 В без заметных искажений синусоидальной формы. Работу узла 24 можно проверить и просто от микрофона. При громком произнесении звука «А» или свисте перед микрофоном с расстояния около 10 см выходное напряжение микрофонного усилителя должно быть близким к указанному выше. Проверая усилитель от микрофона, к выводу 4 узла 24 следует подключить головные телефоны (желательно сопротивлением не менее 1 кОм) и убедиться в неискаженном воспроизведении сигнала.

Регулировку узла 23 необходимо начинать с настройки контура 23L2 — 23C5 в резонанс на частоту 500 кГц. Для этого головку ВЧ вольтметра подключают к выводу 5 и специально разбалансируют модулятор, устанавливая движок резистора R19 в любое крайнее положение. После подстройки катушки 23L2 (а при необходимости и подбора величины 23C5) напряжение на выходе узла 23 должно стать равным 3...5 В. Если оно не укладывается в эти пределы, необходимо изменить усиление каскада на транзисторе 23V5 подбором величины резистора 25R4.

Приступая к подавлению сигнала несущей частоты на выходе балансного модулятора, сначала резистором R19 добиваются минимума напряжения на выводе 5 узла 23. После этого проверяют, как влияет увеличение емкости 23C4. Если оно приводит к уменьшению остатка несущей частоты, емкость конденсатора 23C3 увеличивают до достижения заметного минимума выходного сигнала не в крайнем положении ротора 23C4. В случае увеличения выходного сигнала при увеличении емкости 23C4 конденсатор 23C3 следует отключить. Если и после этого минимум выходного сигнала при минимуме емкости 23C4 все еще наблюдается, конденсаторы 23C3 и 23C4 следует переключить на другой конец катушки 23L1 и повторить подбор емкости конденсатора 23C3.

Подавление несущей частоты можно считать достаточным, когда напряжение на выходе узла 24 станет в 100 раз меньше напряжения, наблюдавшегося при полной разбалансировке модулятора (3...5 В), т. е. будет не более 0,03...0,05 В. Это соответствует подавлению несущей частоты в балансном модуляторе на 40 дБ. Поскольку ЭМФ дополнительно ослабит сигнал не меньше чем на 10 дБ, общее подавление несущей частоты в выходном сигнале трансивера будет не менее 50 дБ, что вполне достаточно.

Далее на микрофонный вход трансивера надо подать сигнал частотой 1000 Гц напряжением 3 мВ. Напряжение однополосного сигнала на выходе ЭМФ должно быть таким же, как и при работе телеграфом — около 0,5 В. При необходимости уточняют сопротивление резистора 25R4.

Сохраняя величину сигнала на микрофонном входе трансивера постоянной, снимают частотную характеристику тракта формирования однополосного сигнала, которая определяется частотной характеристикой ЭМФ. Сигнал на выходе ЭМФ должен появиться при увеличении частоты сигнала на микрофонном входе до 150...300 Гц (перед снятием частотной характеристики частоту входного сигнала устанавливают равной 50...100 Гц). При изменении частоты с 300 до 2700...3300 Гц сигнал на выходе ЭМФ должен быть близким к 0,5 В. У исправного ЭМФ неравномерность частотной характеристики не должна превышать 6 дБ, следовательно, в указанной полосе частот контролируемое напряжение должно изменяться не более чем в два раза. Улучшить равномерность частотной характеристики (а она во многом определяет «качество» однополосного сигнала) можно тщательным подбором величин конденсаторов C9 и C10 настройки катушек, находящихся внутри ЭМФ.

В заключение настройки трансивера в телефонном режиме следует отрегулировать работу узла 25. Нагрузив передатчик на активное сопротивление (как это делалось в конце настройки в телеграфном режиме), «выжимают» максимум выходной мощности. При этом переключатель S3 находится в среднем положении, а прибор PA-1 дает максимальные показания (запомним величину этих показаний). Возвращают трансивер в режим работы телефоном и наблюдают за состоянием стрелки прибора PA-1 при разговоре перед микрофоном. Если автоматическая регулировка уровня сигнала работает нормально, стрелка будет колебаться между нулем и предыдущими максимальными показаниями, в основном занимая положение близкое к 70% от их значения. Если стрелка не отклоняется от максимальных показаний, работа регулировки неэффективна, и следует уменьшить емкость конденсатора 25C2. Если же стрелка никогда не доходит до максимальных показаний, эту емкость следует увеличить.

И наконец подключают к трансиверу антенну и настраивают П-контур точно так же, как это делалось при работе телеграфом. Теперь можно проводить радиосвязи телефоном. Будьте внимательны! Телеграфом можно работать на любом участке диапазона

1850...1950 кГц, а на *SSB* — только на частотах 1875...1950 кГц. Надо помнить, что во время работы используется излучение нижней боковой полосы. Поэтому желательно настраивать трансивер на частотах ниже 1978 кГц, чтобы не создавать помех в «чисто телеграфном» участке диапазона.

### 2.3. УВЕЛИЧЕНИЕ ЧИСЛА ДИАПАЗОНОВ И ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ТРАНСИВЕРА

Закончив настройку трансивера мощностью 5 Вт, работающего телефоном и телеграфом на диапазоне 160 м, мы получили аппарат, который без существенных затрат труда и деталей можно превратить во всдиапазонный трансивер мощностью 10 или 40 Вт.

#### Трансивер для работы на всех любительских коротковолновых диапазонах

В трансивере на 160 м для работы на других любительских диапазонах не хватает только соответствующих согласующих фильтров в узле 17 (см. рис. 2.4 и 2.10).

На диапазоне 10 м согласующий фильтр образуется катушкой с отводом 17L1, которая настроена в резонанс на частоту 28,8 МГц. Емкость контура состоит из входной емкости лампы V3, емкости конденсатора C31 (см. рис. 2.3) и емкости коаксиального кабеля, по которому возбуждение подается на сетку лампы V3. Этот контур сильно шунтируется эквивалентным сопротивлением цепи R14 — C31 — входная емкость V3 и выходным сопротивлением транзистора V5. В результате полоса пропускания этого контура оказывается достаточной для работы во всем 10-метровом любительском коротковолновом диапазоне. Так как коллектор транзистора V5 подключен к отводу от середины катушки 17L1, напряжение на сетке транзистора V3 может быть в два раза больше напряжения на коллекторе V5.

На остальных диапазонах шунтирующее действие входной цепи выходного каскада усилителя мощности меньше, поэтому параллельно катушкам фильтров этих диапазонов включены шунтирующие резисторы 17R1...17R5. Как и на диапазоне 10 м, катушки фильтров имеют отвод от середины, так что напряжение возбуждения на сетке транзистора V3 при работе на диапазонах 10, 15, 20, 40 и 80 м оказывается одинаковым. На 160-метровом диапазоне катушки с отводом нет, так как мощность передатчика должна быть меньше, чем на остальных диапазонах.

Выбор частот ГПД и 2-й промежуточной частоты передатчика (1-й ПЧ приемника) произведен таким образом, что при работе телефоном на диапазонах 40 и 80 м, как и на диапазоне 160 м, излучается сигнал с нижней боковой полосой, а на остальных

диапазонах — сигнал с верхней боковой полосой, что соответствует обычно принятому радиолюбителями расположению боковой полосы сигнала *SSB*.

Настройка трансивера на все любительские диапазоны заключается в подстройке полосовых фильтров частоты сигнала (узел 3) и настройке согласующих фильтров (узел 17).

Настройку рекомендуется начать с диапазона 10 м. Это целесообразно по следующим соображениям:

работа на 10-метровом диапазоне разрешена радиолюбительским радиостанциям 3-й, 2-й и 1-й категорий;

настройка этого диапазона наиболее сложна, и, доведя ее до успешного завершения, легко добиться прекрасных результатов на остальных диапазонах.

Не надо поддаваться соблазну, ничего не достигнув на 10-метровом диапазоне, перейти к настройке трансивера на низкочастотных диапазонах. В этом случае трансивер скорее всего так и останется «калейкой», сильно хромающим на 10-метровом, а возможно, и 15-метровом диапазонах.

Напряжение на выходе полосового фильтра на всех диапазонах в режиме настройки передатчика (телеграф, ключ нажат или переключатель *S3* поставлен в среднее положение) должно быть около 5 В, а при отжатии ключа уменьшаться до 0,2 В на диапазоне 10 м, 0,1 В на диапазоне 15 м и 0,05 В на остальных диапазонах. Остаточное напряжение 0,05 ... 0,02 В — это остаток сигнала ГПД, недостаточно подавленный двухконтурным фильтром частоты сигнала. В дальнейшем он будет дополнительно ослаблен согласующим фильтром частоты сигнала и П-контуром, так что в выходном сигнале передатчика сигнал ГПД практически отсутствует. Об этом свидетельствует нулевое показание прибора *РА-1* при отжатом ключе.

Настроенные при регулировке приемника контуры узла 3 теперь на высокочастотных диапазонах придется перестроить, чтобы устранить влияние емкости кабеля, связывающего узлы 2 и 18 и входной емкости узла 18. Неравномерность напряжений на выходе полосового фильтра при перестройке ГПД в пределах каждого из диапазонов не должна превышать 10%. В 10-метровом диапазоне, добиваясь максимума напряжения на участке 28 ... 28,7 МГц, можно допустить его ослабление на более высокочастотной части диапазона, так как любительские радиостанции, работающие телеграфом и однополосной телефонией, практически этот участок диапазона не используют. На остальных диапазонах требуемая неравномерность напряжения на выходе узла 3 может быть получена без особых сложностей.

Настройку контуров узла 17 производят на средних частотах диапазонов по максимуму напряжения (30 В) телеграфного сигнала на сетке лампы *V3*. При таком напряжении и выходном каскаде, выполненном по схеме рис. 2.3, выходная мощность трансивера составит около 20 Вт. Если вам такая мощность не разрешена, во избежание грубого нарушения правил работы любительских

радиостанций придется снизить напряжение возбуждения за счет увеличения сопротивления резистора  $R14$  и уменьшения сопротивлений резисторов  $17R1 \dots 17R5$ .

### Введение в трансивер дополнительных диапазонов

Решением Международного Союза Электросвязи радиолюбителям-коротковолновикам выделены три дополнительных диапазона:

10100...10150 кГц (30-метровый диапазон);

18068...18168 кГц (17-метровый диапазон);

24890...24990 кГц (12-метровый диапазон).

Хотя советские коротковолновики не могут пока работать на этих частотах, в трансивере предусмотрена возможность введения трех новых диапазонов. На платах узлов 7, 5, 3 и 17 (см. рис. 1.23, 1.21, 1.19 и 2.10) дополнительные детали показаны пунктиром. Как уже отмечалось, переключатель  $S2$  имеет три свободных положения, а П-контур и фильтр узла 1 могут быть настроены на новых диапазонах органами управления.

Для работы на дополнительных диапазонах ГПД должен быть выполнен в соответствии с табл. 15.

Таблица 15

Диапазон, МГц	Диапазон настройки контура с ЛЗ, МГц	Режим работы ГПД	Диапазон частот на выходе ГПД, МГц
10,1 ... 11,15	7,550 ... 7,575	С удвоением частоты	15,1 ... 15,15
18,068 ... 18,168	6,534 ... 6,584	С удвоением частоты	13,068 ... 13,165
24,890 ... 24,990	9,945 ... 9,995	С удвоением частоты	19,89 ... 19,99

Триммеры для установки частот ГПД на дополнительных диапазонах размещаются, как показано пунктиром на рис. 1.23, на плате узла 7. Конденсаторы, включенные параллельно этим триммерам, размещаются на дополнительной плате, которая устанавливается на перегородке, отделяющей узел 7 от узла 5 (см. рис. 1.16).

Шкалы дополнительных диапазонов размещаются на свободных участках основных: справа от шкалы 160-метрового диапазона наносится градуировка 30-метрового, за 80-метровым — 17-метрового и за 40-метровым — 12-метрового.

Полосовые фильтры частоты ГПД для дополнительных диапазонов делают двухконтурными аналогично фильтрам для диапазонов 10, 15 и 40 м. Расположение катушек дополнительных диапазонов и подключение необходимых конденсаторов и резисторов ясно из рис. 1.21.

Полосовые фильтры частоты сигнала для дополнительных диапазонов аналогичны фильтрам основных диапазонов трансивера. Размещение деталей этих фильтров показано на рис. 1.19.

Дополнительные согласующие фильтры узла 17 выполняются так же, как фильтры диапазонов 15, 20, 40 и 80 м. Их размещение показано на рис. 2.10.

Опыт настройки шести основных диапазонов трансивера позволит самостоятельно подобрать элементы дополнительных диапазонов.

### Увеличение мощности передатчика до 40 Вт

Для увеличения мощности передатчика трансивера до 40 Вт необходимо напряжение питания анодной цепи выходного каскада усилителя мощности увеличить до 600 В. Соответственно измененная часть схемы трансивера приведена на рис. 2.23 (сравните со схемой рис. 2.3).

Источник напряжения +600 В собирается путем подключения к узлу выпрямителей еще одной вторичной обмотки силового трансформатора *T1* (выводы 3, 4) и установки электролитического конденсатора *C25*, шунтированного резистором *R20*.

Работоспособность источника +600 В определяется следующим образом. Сначала проверяют его в режиме холостого хода (трансивер находится в режиме «Прием»): напряжение на верхнем по схеме выводе конденсатора *C25* должно быть близким к +600 В. Затем источник нагружают резистором 6 кОм, способным рассеять мощность около 50 Вт. Напряжение на конденсаторе *C25* должно уменьшаться до 530...550 В. Понятно, что этот резистор нельзя подключать без предварительного выключения трансивера.

Лампа выходного каскада ГУ-50 — пентод, у которого при возрастании анодного напряжения выше 300 В анодный ток меняется очень мало. Поэтому нет необходимости при переводе питания анодной цепи с 300 на 600 В изменять смещение на управляющей сетке лампы *V3*: ток покоя сохранится близким к 50 мА. При таком токе на аноде рассеивается мощность 30 Вт, что вполне допустимо (максимальная мощность, рассеиваемая анодом лампы ГУ-50 длительное время 40 Вт). Сравнительно большой ток покоя обеспечивает высокую линейность усилителя и, что очень важно для предотвращения помех телевидению, значительно ослабляет высокочастотные составляющие в спектре анодного тока.

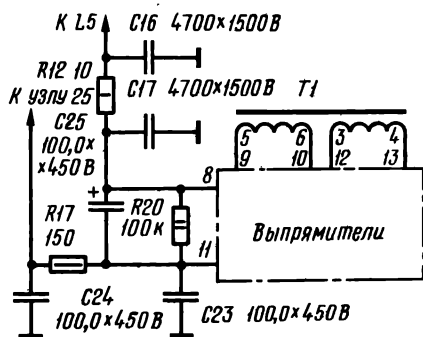


Рис. 2.23. Схема питания анодной цепи усилителя мощности на 40 Вт



После проверки нового источника питания остается только включить трансивер и убедиться, что его выходная мощность на всех диапазонах возросла в два раза, т. е. стала 10 Вт на 160-метровом и 40 Вт на остальных диапазонах. Если на 160-метровом диапазоне вам разрешена работа только с мощностью 5 Вт, выходную мощность можно снизить, переведя выходной каскад в недонапряженный режим. Для этого емкость  $C2$  по сравнению с емкостью, обеспечивающей максимум выходной мощности, надо уменьшить или, чтобы не было соблазна вернуть при случае  $C2$  в прежнее положение, уменьшить величину резистора  $17R5$ .

#### 2.4. ТРАНСИВЕР РАДИОСТАНЦИИ ПЕРВОЙ КАТЕГОРИИ С ЦИФРОВОЙ ШКАЛОЙ

Последние усовершенствования трансивера будут заключаться в увеличении его выходной мощности до 100 Вт и дополнении цифровой шкалой, обеспечивающей отсчет частоты с дискретностью 1 кГц. Такая мощность близка к максимальной, разрешенной советским радиолюбителям. Цифровая шкала значительно облегчит работу на радиостанции, гарантирует от выхода за границы разрешенных диапазонов и, кроме того, приятным зеленоватым свечением своих цифр украсит трансивер. Нелишне заметить, что цифровую шкалу можно ввести на любой стадии строительства радиостанции, начиная с постройки приемника коротковолновика-наблюдателя,

#### Увеличение выходной мощности передатчика до 100 Вт

Такая выходная мощность на диапазонах 10, 15, 20, 40 и 80 м обеспечивается при выполнении выходного каскада по схеме рис. 2.1. Для этого устанавливается еще одна лампа ГУ-50 ( $V6$ ), а ее эквивалент — конденсатор  $C31$  (см. рис. 2.3) исключается, и напряжение питания анодных цепей ламп  $V3$  и  $V6$  увеличивается до 900 В.

Источник питания +900 В при его нагрузке резистором сопротивлением 4 кОм должен иметь напряжение около 800 В.

Если представляется возможность выбрать лампы ГУ-50, надо подобрать пару ламп, имеющих одинаковую величину начального тока. Для этого устанавливают лампы по одной и контролируют падение напряжения на резисторе  $R12$ . Будьте крайне осторожны! Резистор  $R12$ , а следовательно, и подключенный к нему измерительный прибор находятся под напряжением 900 В, которое при токе нагрузки до 1 А уменьшится незначительно.

Потенциометром  $R16$  устанавливают суммарный начальный ток ламп  $V3$  и  $V6$  в пределах 75...85 мА.

Установка еще одной лампы, несмотря на использование до ее появления конденсатора  $C31$ , может потребовать подстройки

контуров узла 17. Контролируется эта подстройка по максимуму выходной мощности. Дополнительная емкость, вносимая лампой  $V6$  в П-контур, учитывалась при выборе индуктивностей  $L1$  и  $L2$ , так что его следует настраивать так же, как это делалось раньше, только конденсатор  $C3$  будет иметь меньшую емкость, чем при работе с одной лампой.

Если выходная мощность на 160-метровом диапазоне окажется больше 10 Вт, придется еще раз уменьшить сопротивление резистора 17R5.

### Цифровая шкала

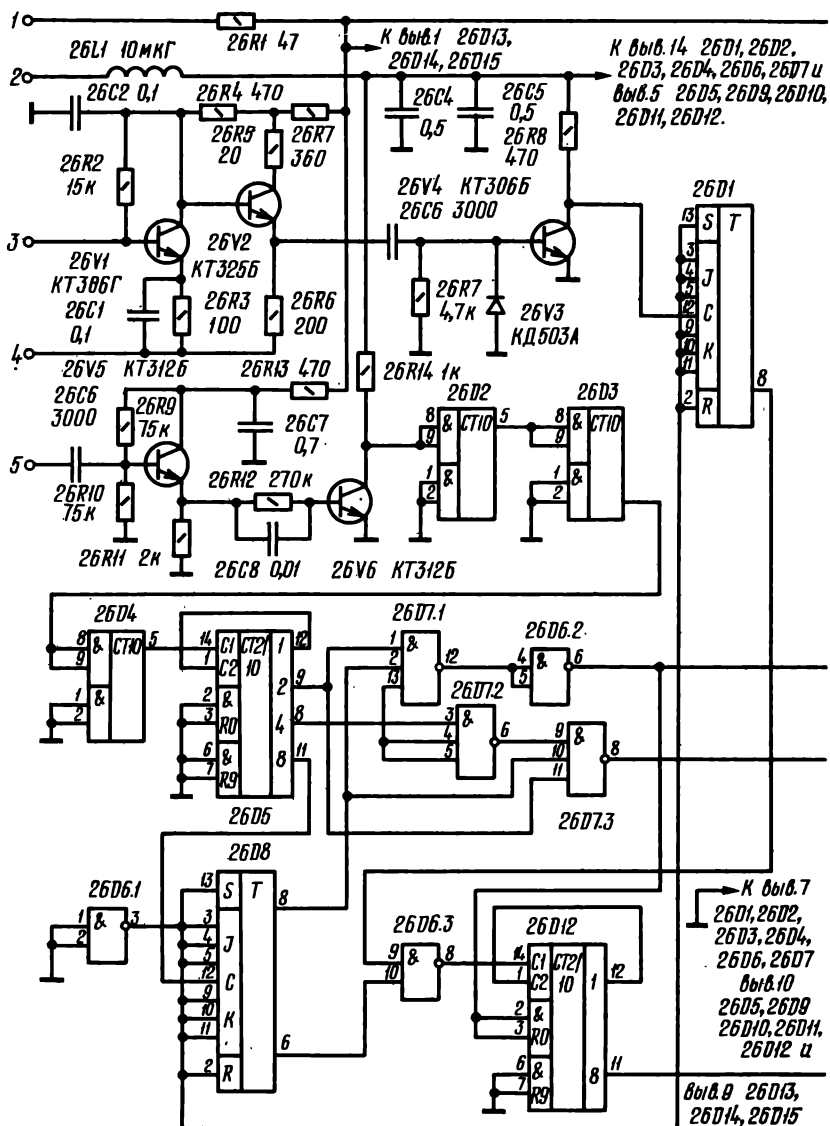
Цифровая шкала (узел 26) служит для измерения частоты ГПД. В качестве эталона используется частота 500 кГц, стабилизированная кварцевым резонатором (см. рис. 2.1), а в процессе измерения индицируются три последние цифры числа килогерц. По существу, измеряется частота  $f_c$ , на которую настроен трансивер, так как последние три цифры числа килогерц у частот  $f_c$  и  $f_{ГПД}$  совпадают:

$$f_c = f_{ГПД} \pm f_{пч1} = f_{ГПД} \pm 5000 \text{ кГц.}$$

Отсутствие индикации числа единиц и десятков мегагерц никак не сказывается при работе на всех диапазонах (включая три дополнительных) за исключением 10-метрового диапазона; только в нем число единиц мегагерц изменяется при перестройке внутри диапазона. При пользовании цифровой шкалой на 10-метровом диапазоне необходимо следить за тем, на какой частоте (выше или ниже 29 МГц) производится работа. Зато исключается необходимость учета значений промежуточных частот, а число индикаторов со счетчиками и дешифраторами уменьшается на два комплекта. Существенно и то, что три индикатора хорошо вписываются в угол шкалы трансивера (см. рис. 1.16).

Напряжение частотой 500 кГц поступает на вывод 5 цифровой шкалы (рис. 2.24) и через эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе 26V5, поступает на усилитель-ограничитель 26V6. Оба транзистора в этом каскаде могут быть типа КТ312 или КТ315 с любой буквой. На коллекторе транзистора 26V6 выделяются импульсы, следующие с частотой повторения 500 кГц. Эти импульсы поступают на цепочку десятичных счетчиков 26V2...26V5. Три первые микросхемы К155ИЕ1 (делители частоты импульсов на 10) вырабатывают на своих выходах отрицательный импульс после появления на входах каждого десятого повторяющегося сигнала. Таким образом, на выходе счетчика 26D4 отрицательные импульсы следуют с частотой повторения 500 Гц, т. е. интервал между ними 2 мс.

Микросхема 26D5 (К155ИЕ2) содержит два счетчика с коэффициентами деления частоты на 2 (от входа 14 к выходу 12) и на 5 (от входа 1 к выходу 11). Заметим, что вместо К155ИЕ1



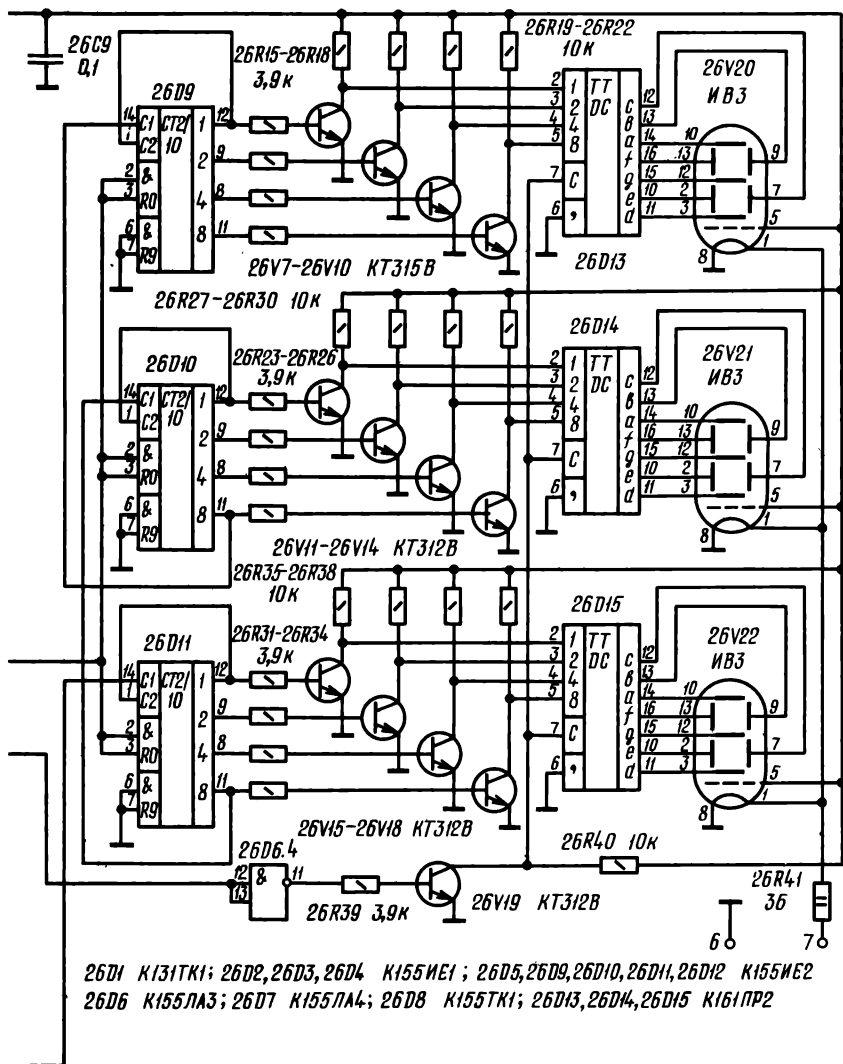


Рис. 2.24. Принципиальная электрическая схема цифровой шкалы

(26D2...26D4) можно использовать и микросхему К155ИЕ2, включенную аналогично 26D5, выводы 9 и 8 при этом останутся свободными. В отличие от К155ИЕ1 у микросхемы К155ИЕ2 при ее включении десятичным счетчиком на выводах 12, 9, 8 и 11 вырабатывается двоичный код числа подсчитанных импульсов. На этих выводах появляются положительные напряжения (3...4,5 В), когда соответствующий разряд числа подсчитанных импульсов не равен нулю.

Работа микросхемы 26D5 иллюстрируется пятью верхними диаграммами напряжения (рис. 2.25). Так как интервал между импульсами на выводе 14 микросхемы 26D5 равен 2 мс, то интервал между импульсами на выводе 11 этой микросхемы будет 20 мс.

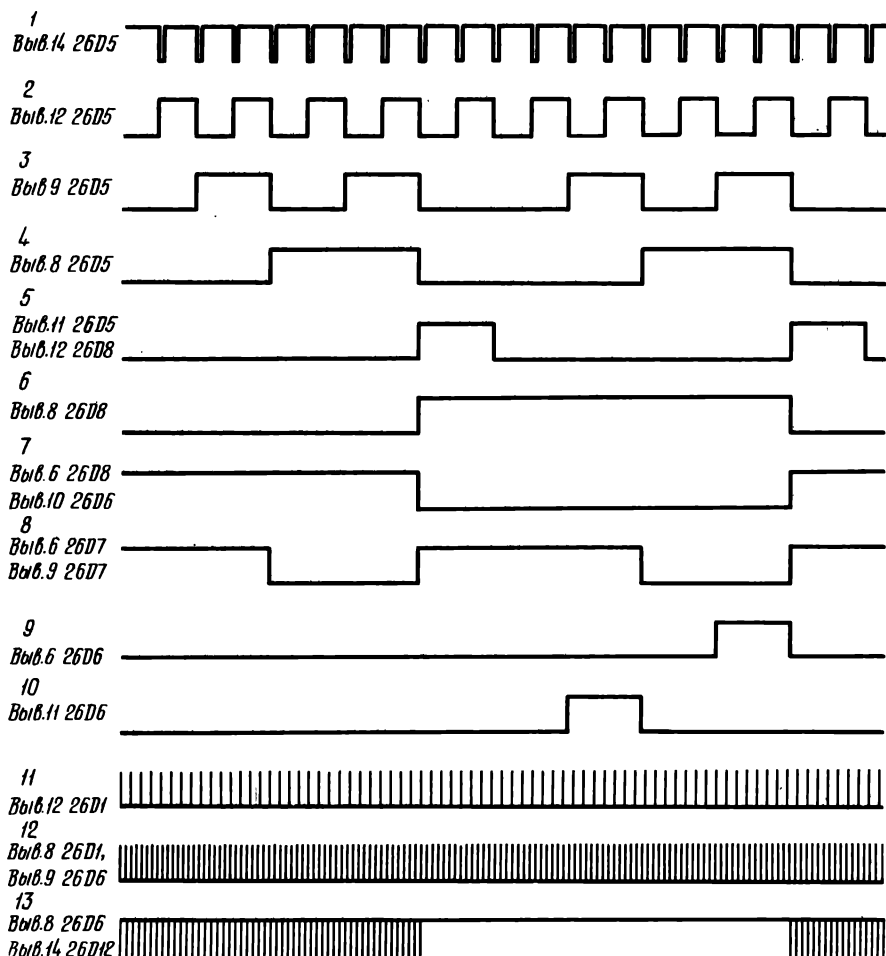


Рис. 2.25. Диаграммы напряжений, поясняющие работу цифровой шкалы

Импульсы подаются на счетный вход триггера 26D8 (1155ТК1, вывод 12), который имеет два выхода — прямой (вывод 8) и инверсный (вывод 6). На этих выводах формируются противофазные импульсы длительностью 20 мс, показанные на диаграммах 6 и 7.

Сигналы с вывода 8 микросхемы 26D8 и с выводов 9 и 8 26D5 подаются на три входа микросхемы 26D7А, представляющей собой логический элемент «ЗИ—НЕ». Напряжение на выходе этого элемента (вывод 12) уменьшится до величины близкой к нулю только при одновременном воздействии положительных напряжений на все три входа микросхемы. Сигнал с вывода 12 инвертируется с помощью микросхемы 26D6В и на ее выходе (вывод 6) формируется положительный импульс, показанный на диаграмме 9. Этот импульс в дальнейшем будем называть импульсом «обнуления».

На три входа микросхемы 26D7С подаются сигналы, отличающиеся от действующих на входах 26D7А тем, что один из них предварительно инвертируется микросхемой 26D7В (сигнал на выходе 26D7В показан на диаграмме 8). Положительный импульс, формируемый на выходе инвертора 26D6D, включенного после 26D7С, показан на диаграмме 10. Этот импульс мы в дальнейшем будем называть импульсом «записи».

Сигнал ГПД подается между выводами 3 и 4 цифровой шкалы, причем вывод 4 соединен с оплеткой коаксиального кабеля, связывающего ГПД со шкалой так, что ток с частотой ГПД течет только по кабелю, не ответвляясь на корпус трансивера. Сигнал ГПД усиливается и ограничивается схемой на транзисторах 26V1, 26V2, 26V4 и диоде 26V3. Назначение этой схемы сформировать импульсы с частотой повторения, равной частоте ГПД, и одновременно не допустить попадания сигналов, действующих в схеме цифровой шкалы, в ГПД. Большое усиление рассматриваемой схемы позволило применить слабую связь между выходом ГПД и коаксиальным кабелем (емкость 6C1 не больше 3 пФ). Транзистор 26V2 должен иметь малые межэлектродные емкости (можно использовать КТ325 с любой буквой), в качестве 26V1 и 26V4 можно применить КТ306 или КТ325 с любыми буквами. 26V3 — любой высокочастотный кремниевый диод. Напряжение на выходе формирователя импульсов с частотой ГПД условно (на самом деле эти импульсы идут гораздо чаще) показано на диаграмме 11. Импульсы с частотой ГПД (до 24,7 МГц, при работе на 10-метровом диапазоне) поступают на «счетный» вход (вывод 12) быстродействующего триггера 26D1 (К131ТК1). Вместо этого триггера можно попробовать применить менее быстродействующий К155ТК1, но, в соответствии со своими техническими условиями, он может и не работать на столь высоких частотах. На выходе (вывод 8) 26D1 частота следования импульсов ГПД снижается в два раза (см. диаграмму 12).

Импульсы с выхода 26D1 поступают на один из входов (вывод 9) логического элемента «2И — НЕ» 26D6С. На другой вход этого элемента (вывод 10) поступает сигнал с вывода 6 микросхемы 26D8 (см. диаграмму 7 рис. 2.25). Напряжение на выходе

26D6C (вывод 8) может изменяться под воздействием напряжения на ее выводе 9 только в течение времени, когда напряжение на выводе 10 не равно нулю. В результате на выходе 26D6C формируется пакет импульсов с частотой ГПД, деленной на 2, причем длительность этого пакета равна 20 мс (0,02 с). Сколько же импульсов  $N_{\text{вых.26D6C}}$  в этом пакете?

Интервал между импульсами на выходе 26D1 равен:

$$\tau_{\text{вых.26D1}} = \frac{1}{f_{\text{вых.26D1}}} - \frac{2}{f_{\text{ГПД}}}, \text{ а}$$

$$N_{\text{вых.26D6C}} = \frac{T_{\text{пакета}}}{\tau_{\text{вых.26D1}}} = \frac{T_{\text{пакета}} f_{\text{ГПД}}}{2} = \frac{0,02}{2} f_{\text{ГПД}} = 0,01 f_{\text{ГПД}}, \text{ Гц,}$$

или

$$N_{\text{вых.26D6C}} = 10 f_{\text{ГПД}}, \text{ кГц.}$$

Импульсы с выхода 26D6 поступают на вход цепочки из четырех десятичных счетчиков 26D12, 26D11, 26D10 и 26D9 (К155ИЕ2). На выходе 26D12 (вывод 11) число импульсов в пакете снижается в 10 раз:

$$N_{\text{вых.26D12}} = f_{\text{ГПД}}, \text{ кГц.}$$

У микросхем 26D9 ... 26D12 на выводы 2 и 3 подан импульс «обнуление», так что к началу появления пакета импульсов на входе 26D12 вся эта цепочка счетчиков установлена в состояние, при котором на всех выходах (выводы 12, 9, 8, 11) напряжения равны нулю. С приходом пакета импульсов напряжения на выходах 26D11 начнут меняться в соответствии с числом единиц импульсов на входе этой микросхемы (т. е. на ее выходах формируется двоичное число единиц килогерц). При подсчете каждой десятки импульсов на выводе 11 26D11 положительный импульс появляется один раз (см. диаграмму 5 рис. 2.25), так что 26D10 ведет подсчет числа десятков килогерц, и соответственно 26D9 подсчитывает число сотен килогерц. К концу пакета импульсов на входе 26D12 двоичное число на выходах 26D11 будет точно равно числу единиц килогерц частоты ГПД, на выходах 26D10 — десятков килогерц, а на выходах 26D9 — сотен килогерц частоты ГПД.

Выходы 26D9, 26D10 и 26D11 соединены через усилители — инверторы, собранные на транзисторах 26V7 ... 26V18 (КТ315В могут быть заменены любыми маломощными среднечастотными кремниевыми транзисторами структуры  $n-p-n$  с допустимым напряжением коллектор-эмиттер не менее 24 В) с входами микросхем 26D13, 26D14, 26D15 (К161Пр2). Схема К161Пр2 состоит из четырех  $D$ -триггеров, выходы которых соединены со входами дешифратора, превращающего двоичное число в 7 напряжений, обеспечивающих отображение 7-сегментным индикатором десятичных значений этих двоичных чисел.

Напряжение на входе *D*-триггера не воздействует на его выход, пока отсутствует импульс синхронизации. В течение всего времени действия этого импульса напряжение на выходе *D*-триггера повторяет напряжение на его входе. Напряжение, существовавшее на входе *D*-триггера в момент окончания импульса синхронизации, останется неизменным до прихода следующего импульса. Таким образом, *D*-триггер запоминает значение (0 или 1) сигнала на его входе.

В микросхемах К161Пр2 через вывод 7 синхронизирующий импульс подается на все четыре *D*-триггера. На эти выводы микросхем 26*D*13, 26*D*14 и 26*D*15 через усилитель-инвертор, собранный на транзисторе 26*V*19 (возможные замены такие же, как и для 26*V*7... 26*V*18) подан импульс «записи». Этот импульс появляется раньше импульса «обнуления», так что *D*-триггеры микросхем К161Пр2 запоминают результаты подсчета числа килогерц частоты ГПД на время между импульсами «обнуления», т. е. на 40 мс. В результате на выходах 26*D*13, 26*D*14 и 26*D*15 формируются напряжения питания 7-сегментных индикаторов, обеспечивающие высвечивание трех десятичных знаков числа килогерц частоты ГПД. При непрерывном изменении частоты ГПД показания индикаторов будут изменяться через 40 мс. Поскольку такой интервал меньше «постоянной времени» органа зрения, задержка в изменении показаний цифровой шкалы при вращении ручки настройки трансивера незаметна.

Устойчивости показаний цифровой шкалы способствует наличие в цепочке подсчета числа импульсов от ГПД одного «неиндицируемого» счетчика 26*D*12. Дело в том, что частота ГПД не синхронизирована с частотой генератора 500 кГц, определяющего положение импульса на выводе 6 26*D*8. Поэтому при постоянстве частоты ГПД результаты подсчета числа импульсов в пакете могут отличаться на единицу, так что младший разряд двоичного числа на выходах 26*D*12 будет неустойчив. Случайная смена младшего разряда на выходе 26*D*11 возможна только при изменении старшего разряда числа на выходе 26*D*12. Таким образом, неустойчивость младшего разряда двоичного числа на выходе 26*D*12 не влияет на устойчивость показаний цифровой шкалы.

В качестве индикаторов цифровой шкалы применены люминисцентные 9-сегментные индикаторы ИВ-3 (сегменты *i* и *j* этих индикаторов не используются). У этих индикаторов высокая яркость свечения и малое потребление тока: несколько миллиампер по цепям сетки и сегментов и несколько десятков миллиампер по цепи накала. Индикаторы подключаются непосредственно к выходам микросхем К161Пр2.

Возможны и другие варианты выполнения индикаторного табло цифровой шкалы. При использовании газоразрядных индикаторов ИН14 или ИН16 после счетчиков 269... 26911 необходимо включить микросхемы с четверками *D*-триггеров (К155ТМ5 или К155ТМ7), а после них дешифраторы К155ИД1. Для питания га-



зоразрядных индикаторов придется использовать напряжение 180 В, которое можно получить от имеющегося в трансивере источника напряжения +300 В.

Если вместо К155ИД1 применить К514ИД2, то в качестве индикаторов можно использовать вакуумные индикаторы накаливания ИВ9 или ИВ16. Более красиво выглядят работающие от дешифраторов К514ИД2 7-сегментные светодиодные индикаторы типа АЛС324Б, но между каждым выходом дешифратора и сегментом индикатора в этом случае надо включить резистор сопротивлением 51 ... 100 Ом.

Для питания цифровой шкалы, собранной по рис. 2.24, необходимы напряжения +24 В и +5 В. Эти напряжения подаются на узел 26 через развязывающие фильтры 26R1, 26C9 и 26L1, 26C4, 26C5.

Источник +24 В был в трансивере и до появления цифровой шкалы. Источник напряжения +5 В выполняется с использованием напряжений питания накала ламп V3 и V6 (см. рис. 1.15 и 2.1). Нагрузкой выпрямителя служит конденсатор C27, после которого включен стабилизатор напряжения, собранный на резисторе R24 и стабилитроне V7. Для уменьшения пульсаций напряжения +5 В параллельно V7 включен конденсатор C28.

Нити накала индикаторов цифровой шкалы питаются от источника накала ламп V3 и V6 через гасящий резистор 26R41.

Как и любое другое устройство цифровой техники шкала не требует настройки. Если она собрана без ошибок и из исправных элементов, ее правильная работа гарантирована. Перед включением шкалы целесообразно проверить источник напряжения +5 В. И без нагрузки, и при нагрузке резистором с сопротивлением 10 Ом напряжение на конденсаторе C28 должно быть в пределах 4,5 ... 5,5 В.

Единственная регулировка при введении в состав трансивера цифровой шкалы — подбор величины конденсатора 6C1. Первоначальная емкость этого конденсатора 1 пФ. Если шкала работает неустойчиво, емкость 6C1 увеличивают до достижения четкой работы шкалы на всех диапазонах. Следует учитывать, что чем больше величина 6C1, тем сильнее сказываются на работе приемника помехи от шкалы. При правильном подборе конденсатора 6C1 и использовании транзисторов 26V1, 26V2 и 26V4 с малыми межэлектродными емкостями и большим усилением тока помехи от шкалы прослушиваются только в отдельных точках 10-метрового диапазона с силой 1—2 балла и практически не затрудняют работу в эфире. Для снижения помех от шкалы может потребоваться установка дополнительного экрана между шкалой и узкополосным фильтром частоты сигнала.

Конструктивно цифровая шкала представляет собой плату (рис. 2.26). Часть монтажа узла 26 выполнена печатными проводниками, расположенными снизу (со стороны выводов микросхем). Остальные соединения делаются изолированным проводом путем его прокладки по кратчайшим расстояниям между соединяемыми

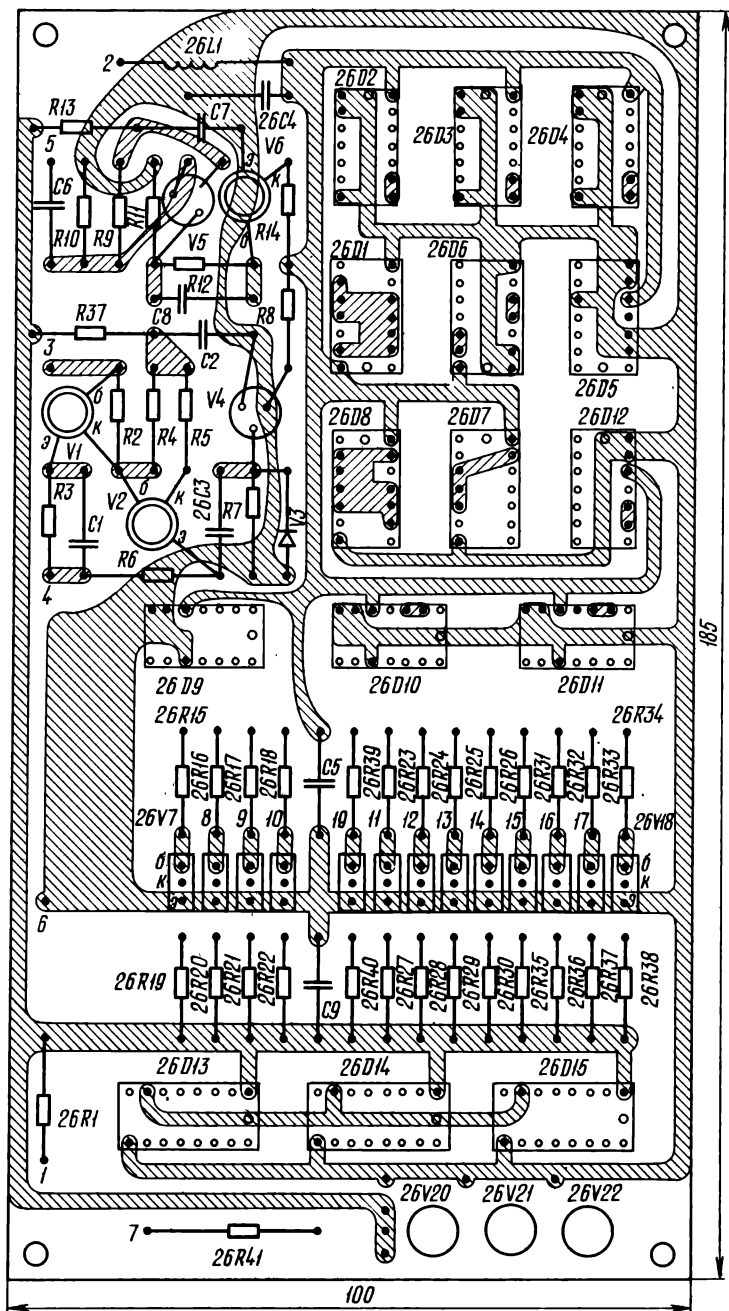


Рис. 2.26. Плата цифровой шкалы

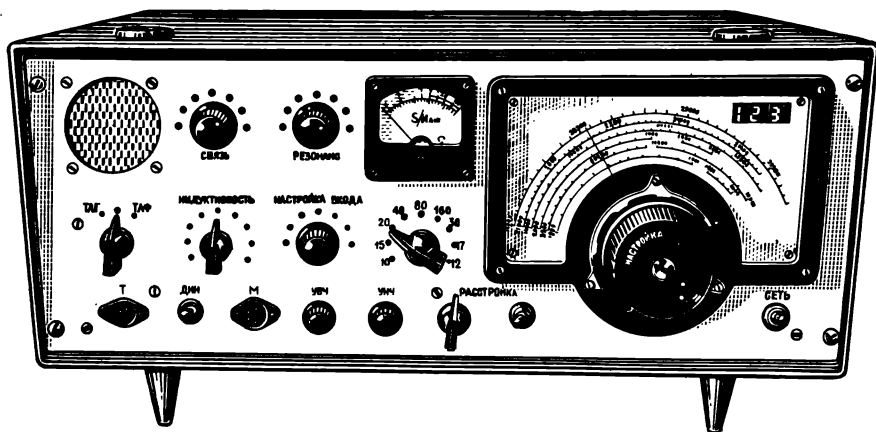


Рис. 2.27. Общий вид трансивера с цифровой шкалой

точками схемы, в результате чего под платой образуется так называемая путанка. Выглядит она не очень красиво, но пытаться заменить ее двусторонним печатным монтажом не стоит. Во-первых, изготовление сложной печатной платы целесообразно только при массовом изготовлении узлов, а, во-вторых, не очень продуманный печатный монтаж может привести к появлению на выводах узла 26 таких помех, что включение цифровой шкалы вызовет существенное снижение чувствительности приемника.

Плата шкалы устанавливается на стойках, крепящих ее к экрану, изготовленному в виде уголка из дюралюминия толщиной 1,5 мм. Горизонтальная часть этого уголка располагается между платой шкалы и шасси трансивера, а вертикальная — крепится к передней панели (см. рис. 1.16).

Общий вид трансивера с цифровой шкалой показан на рис. 2.27.

---

### 3. Антенны любительских коротковолновых радиостанций

Пока вы были коротковолновиком-наблюдателем, можно было обойтись и не очень эффективной антенной. Да и во многих населенных пунктах нашей страны радиолюбитель, не имеющий разрешения на эксплуатацию передающей радиостанции, не имеет права устанавливать наружные антенны. Известно, что слабый сигнал от плохой приемной антенны можно принять, используя имеющийся в приемнике запас усиления. Но в случае передачи на такую антенну сигналы будут приняты только ближайшими корреспондентами. Эта неравнозначность качества антенны для приемных и передающих радиостанций объясняется следующим. Если прием ведется на малоэффективную (обычно просто маленькую) антенну, сигналы всех корреспондентов будут одинаково слабы, и, увеличив усиление приемника, можно принять большую часть этих сигналов. Большинство передающих любительских радиостанций оборудованы достаточно эффективными антеннами, и сигнал передатчика с малоэффективной антенной потеряется на фоне их сигналов, если, конечно, недостатки антенны не компенсированы близостью к приемной радиостанции или резким увеличением мощности передатчика.

При малейшей возможности надо построить хорошую антенну и для приема: слабые сигналы наиболее удаленных, а значит, и самых интересных радиостанций иногда могут быть приняты только при полном использовании чувствительности приемника, к входу которого подключена высокоэффективная антенна.

Сооружение хорошей коротковолновой антенны дело очень трудоемкое и для него совершенно не подходит метод «проб и ошибок», вполне пригодный, например, при экспериментах с одним из узлов приемника или передатчика. Надо сначала тщательно выбрать тип антенны, подготовить и проверить все необходимые материалы и детали и только после этого выбирать-ся на крышу.

Следует помнить, что работа на высоте десятков метров над землей крайне опасна. Поэтому устанавливать антенну надо обязательно с участием страхующего. Если на крыше нет ограждения, необходимо к прочному поясу привязать не менее прочную веревку, которая при работе у края крыши всегда должна быть хорошо закреплена и не иметь слабину.

И еще одно напоминание из области техники безопасности: нельзя протягивать антенны над токонесущими проводами, включая и радиотрансляционные, напряжения на которых обычно 220 или 900 В. Случайный обрыв антенны приведет к ее падению на

эти провода, а свисающий к земле конец антенны может служить источником смертельной опасности для ничего не подозревающих прохожих и бесечно играющих детей.

### 3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ВЫБОРУ АНТЕННЫ

Выбор антенны любительской коротковолновой радиостанции должен производиться исходя из конкретных условий расположения радиостанции. При этом необходимо учитывать: возможные размеры антенны, возможную высоту антенны, способ связи излучающей части антенны с радиостанцией.

#### Размер антенны

Назначение передающей антенны — преобразовать энергию быстропеременного электрического тока в энергию электромагнитного поля, распространяющегося от антенны в окружающее пространство. Приемная антенна, ничем не отличаясь от передающей, решает обратную задачу.

В отличие от других элементов электрических цепей антенна помимо активного и реактивного сопротивлений характеризуется еще и некоторым сопротивлением излучения. Именно мощность, выделенная на сопротивлении излучения, уходит из антенны в эфир, а активная и реактивная мощности, рассеиваемые или запасаемые в ее активном и реактивном сопротивлениях, «остаются» в антенне или связанных с ней элементах радиостанции. Поэтому чем больше сопротивление излучения, тем большая часть энергии, подведенной к антенне, будет излучаться в виде электромагнитного поля, а не тратиться на нагрев окружающего воздуха.

Рассмотрим простейшую антенну — диполь (рис. 3.1). Если длина диполя  $l$  значительно меньше длины волны  $\lambda$ , соответствующей частоте переменного тока, питающего диполь, излучения энергии в виде распространяющегося электромагнитного поля практически не будет и сопротивление излучения диполя близко к нулю. По мере увеличения длины диполя его излучающие свойства улучшаются, что характеризуется ростом сопротивления излучения. При  $l = \frac{\lambda}{2}$  получим прекрасный излучатель с сопротивлением

излучения 75 Ом. Его активное сопротивление (близкое к омическому сопротивлению проводов, из которых выполнен диполь) значительно меньше 75 Ом, а поэтому КПД полуволнового диполя близок к 100%. При дальнейшем увеличении длины диполя его сопротивление излучения продолжает увеличиваться, но несколько

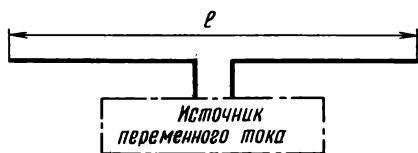


Рис. 3.1. Диполь

медленнее роста активного сопротивления удлиняющихся проводов. Именно поэтому полуволновый диполь нашел такое широкое распространение в практических конструкциях коротковолновых антенн. При уменьшении длины диполя его КПД будет снижаться, так что использование антенны с линейными размерами меньше  $\frac{\lambda}{4}$  энергетически невыгодно.

Исходя из изложенного, можно сформулировать положение, верное для любого случая радиолюбительской практики: короткая антенна не может быть хорошей. Встретив описание антенны, надо обязательно проверить, каково отношение ее линейных размеров к длине волны. Если это отношение меньше 0,25, ничего путного от антенны ожидать не приходится, даже если описание сопровождается восторженными комментариями автора.

Это справедливое для любой антенны положение вовсе не означает, что антенна с длинными элементами всегда хороша. Можно умудриться соорудить большую антенну, различные части которой создают компенсирующие друг друга электромагнитные поля, так что все сооружение будет неэффективным. Печальный пример — известная многим (к счастью, большинству только по ее описанию) антенна «птичья клетка». У этой антенны элементы, по которым текут противофазные токи, расположены в непосредственной близости друг от друга. И если выполнить ее точно по описанию, она вообще не будет работать.

### Высота антенны

Реальная коротковолновая антенна всегда располагается над подстилающей поверхностью на высоте, соизмеримой с длиной волны. Переменное электромагнитное поле, создаваемое антенной, вызывает в подстилающей поверхности (земля, проводящая крыша и т. п.) появление токов. Их действие эквивалентно появлению под антенной еще одной антенны, находящейся под подстилающей поверхностью на глубине, равной высоте антенны. Токи, текущие в этой мнимой антенне, противофазны действующим в реально существующей.

Именно поэтому антенна, подвешенная очень низко (ниже  $0,1\lambda$ ), всегда работает плохо. Другое дело, если высота антенны соизмерима с длиной волны. Тогда результирующее поле будет близким к нулю только в плоскости, совпадающей с подстилающей поверхностью. В направлении же, находящемся под некоторым углом к горизонту, поля, создаваемые токами в антенне и подстилающей поверхности, будут складываться.

Исходя из условий распространения коротких волн, которые определяют оптимальные углы излучения по отношению к горизонту, коротковолновые антенны с горизонтальными элементами целесообразно размещать на высоте от  $\frac{\lambda}{4}$  до  $\lambda$  над проводящей поверхностью. Центральную же часть антенны с вертикальным излучающим элементом надо поднимать на расстояние от  $0,1\lambda$  до

$\frac{\lambda}{2}$  от этой поверхности. Заметьте, что надо учитывать высоту антенны именно над проводящей поверхностью. Если антенна висит над сухой шиферной крышей деревянного дома, то это — расстояние от антенны до земли, а если над железобетонной — то расстояние, к сожалению, надо считать именно от крыши.

## Связь антенны с трансивером

Прежде всего заметим, что хотя на принципиальных схемах антенну часто изображают с одним выводом, как и всякий потребитель (или источник) электрического тока, она должна подключаться к трансиверу двумя выводами. У диполя все ясно — питание на него подается в двух точках. А служащий антенной провод, подключенный к трансиверу одним концом, в действительности становится антенной только при соединении корпуса радиостанции с «землей» (заземлением, питающей сетью и т. п.).

Интересно, что по многим справочникам для радиолюбителей бродит уникальная схема, возникшая в давние времена в результате опечатки (рис. 3.2). Передача энергии от передатчика в антенну в этом случае возможна только за счет паразитной емкости между катушками  $L1$  и  $L2$  или некоторой емкости между  $L2$  и корпусом радиостанции.

Для связи антенны с радиостанцией, если они удалены друг от друга, служит фидерная линия. Чаще всего это коаксиальный кабель типа РК, двухпроводный кабель или одиночный провод.

Основная характеристика фидерных линий — волновое сопротивление. Коаксиальные кабели выпускаются с волновым сопротивлением 75 и 50 Ом. Двухпроводные линии с изоляцией из полиэтилена и подобных ему пластмасс имеют волновое сопротивление около 200 Ом. Волновое сопротивление двухпроводных линий с воздушной изоляцией и расстоянием между проводами 100...300 мм около 500 Ом. Одиночный провод толщиной 1...5 мм, значительно удаленный от окружающих предметов, обладает волновым сопротивлением около 600 Ом.

Потери в коаксиальных и двухпроводных линиях связи на коротких волнах определяются омическим сопротивлением их проводников (на частотах ниже 30 МГц диэлектрическими потерями в изоляции специальных ВЧ кабелей можно пренебречь). Поэтому для повышения КПД фидера желательно использовать толстые кабели: чем кабель длиннее, тем он должен быть толще.

Одиночный провод помимо потерь энергии в омическом сопро-

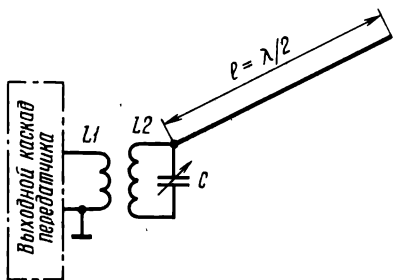


Рис. 3.2. Пример нерациональной схемы подключения антенны

тивлении часть энергии теряет и за счет ее излучения. Чем он длиннее, тем меньшая часть мощности передатчика будет излучаться именно антенной.

Если входное сопротивление антенны не равно волновому сопротивлению фидера, в последнем образуется стоячая волна, что приводит к неравномерному распределению по длине напряжения и тока. Стоячая волна снижает КПД фидера. И дело тут вовсе не в том, что часть энергии якобы теряется за счет ее отражения от антенны в фидер. Омические потери в фидере пропорциональны квадрату величины текущего по нему тока. Поэтому резкое возрастание потерь на участках с увеличенным током не компенсируется уменьшением потерь на участках с уменьшившимся током. Из изложенного ясно, что появление стоячих волн вредно для протяженных линий с большими потерями, а для коротких линий и при малых токах степень согласования антенны с фидером существенно значения для его КПД не имеет.

### 3.2. АНТЕННЫ ДЛЯ РАБОТЫ НА ДИАПАЗОНЕ 160 м

Диапазон 160 м лежит на границе средних и коротких волн. Для средних волн основной вид распространения — так называемая земная волна, существующая вблизи земной поверхности и имеющая только вертикальную поляризацию (вектор электрического поля перпендикулярен к поверхности земли).

Дальняя связь на коротких волнах осуществляется за счет так называемой пространственной волны, которая отражается ионосферой и может иметь как вертикальную, так и горизонтальную поляризацию. При работе в диапазоне 160 м коротковолновики используют как земные, так и пространственные волны. Именно поэтому желательно иметь антенну с вертикальным излучателем. Поскольку четвертьволновый вертикальный вибратор для 160-метрового диапазона трудно соорудить даже в воображении (его высота должна быть около 40 м!) антенны этого диапазона желательно выполнять из наклонных проводников.

#### Полуволновый вибратор на 160 м

Пример удачного полуволнового вибратора на диапазон 160 м приведен на рис. 3.3. Длина излучающей части антенны 75 м. Точно в центре этой части в ее разрыв включен коаксиальный кабель.

Диполь изготавливается из медного или биметаллического провода диаметром 3...4 мм. В качестве фидера целесообразно использовать коаксиальные кабели с волновым сопротивлением 75 Ом — РК75-4-11, РК75-4-12, РК75-4-15, РК75-4-16. Применять более толстые кабели нет смысла — КПД фидера и так будет близким к 100 %. Можно использовать и более тонкий кабель РК50-2-11. Хотя его волновое сопротивление 50 Ом и минималь-



Рис. 3.3. Полуволновый диполь на 160 м

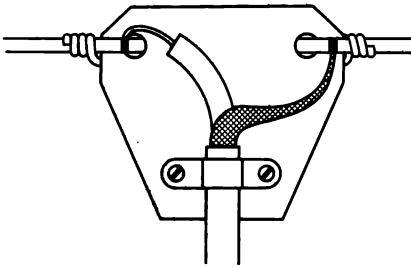
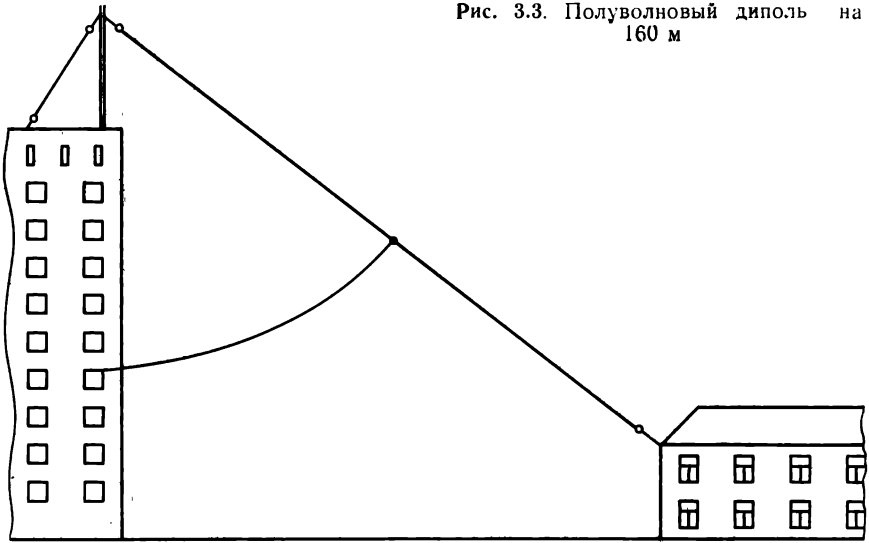


Рис. 3.4. Подключение кабеля к диполю

ный коэффициент стоячей волны (КСВ) около 1,5, КПД фидера длиной до 100 м оказывается вполне приемлемым.

Способ подключения кабеля показан на рис. 3.4. В качестве изолятора в центре диполя используется достаточно прочная пластина из оргстекла, стеклотекстолита или гетинакса толщиной не менее 10 мм. Кабель крепится в нижней части пластины с помощью скобы и двух винтов М4.

Оплетка и центральная жила распаиваются без натяга, так чтобы весь вес кабеля воспринимался скобой.

Поскольку кабель располагается вблизи антенны перпендикулярно к излучателю, какие-либо симметрирующие устройства не требуются.

### Антенна «наклонный луч»

Если дом, в котором проживает радиолюбитель, значительно ниже, чем окружающие дома, построить антенну, показанную на рис. 3.3, трудно. В этом случае можно применить антенну типа «наклонный луч» с длиной от 35 до 200 м. Антенна меньшей длины будет иметь низкий КПД, а более длинная — недостаточную механическую прочность. Питание такой антенны производится

без фидера, со стороны конца, у которого расположена радиостанция.

Антенну «наклонный луч» можно использовать и при нахождении радиостанции на верхнем этаже более высокого дома. В этом случае она питается со стороны конца более поднятого над землей. Обязательным атрибутом такой антенны служит заземление. Очень хорошо, если вблизи радиостанции проходит провод контура заземления дома, к которому подключены мачты коллективных телевизионных антенн. С этим заземлением и необходимо соединить корпус радиостанции. Можно в качестве заземления использовать и водопроводные трубы. Если таких «естественных» источников заземления нет, его придется изготовить самостоятельно. Для этого в землю забивается металлическая труба длиной не менее 3 м. Желательно, чтобы ее нижний конец достиг водоносного слоя земли, в противном случае в сухую погоду придется периодически землю вокруг трубы поливать водой.

В крайнем случае роль заземления может сыграть питающая сеть, подключенная к корпусу трансивера через блокирующие емкости  $C12$ ,  $C13$ . Но тогда при приеме на вход трансивера будут попадать мощные сетевые помехи, а при передаче на проводах сети возникнут высокочастотные напряжения, которые неизбежно вызовут раздражение соседей, имеющих магнитофоны, проигрыватели, сетевые радиоприемники и телевизоры.

При длине луча близкой к  $\frac{\lambda}{4}$ ,  $\frac{3\lambda}{4}$  или  $\frac{5\lambda}{4}$  входное сопротивление антенны составит десятки ом, и ее удастся хорошо согласовать с трансивером: максимум показаний прибора  $PA-1$  будет при установке конденсатора  $C2$  в положение, не совпадающее с минимумом его емкости. Если же настройка П-контура происходит при полностью выведенном  $C2$  или в одном из крайних положений  $C3$ , между антенной и трансивером необходимо включить согласующее устройство (рис. 3.5). Катушка намотана на пластмассовом каркасе диаметром 30 мм проводом ПЭВ-2 0,55. Внутри секций намотка ведется виток к витку, между секциями оставляется зазор 1 мм. Каждая из четырех секций содержит 12 витков провода.

В показанном на схеме положении переключателя  $S1$  между антенной и трансивером последовательно включается переменный конденсатор  $C1$  и регулируемая переключателем  $S2$  индуктивность  $L$ . В другом положении переключателя  $S1$  конденсатор  $C1$  включается параллельно антенне, а  $L$  — между антенной и трансивером. Переключатель  $S3$  в показанном на схеме положении включает измеритель КВС между согласующим контуром и транс-

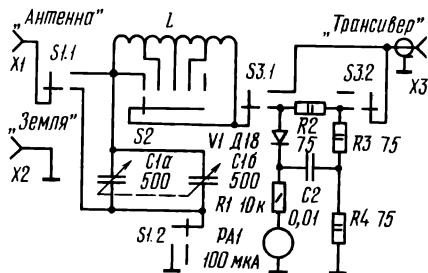


Рис. 3.5. Согласующее устройство для антенны «наклонный луч» на 160 м

вером, а во втором положении, отключив измеритель, подключает трансивер к согласующему контуру для работы в эфире.

Пользуясь согласующим устройством, сначала необходимо установить переключатель  $S3$  в положение измерения КСВ и настроить П-контур трансивера по максимуму показаний прибора. После этого следует подобрать положение органов управления согласующего устройства по минимальному показаний прибора  $PA-1$ . И наконец, переведя переключатель  $S3$  в положение, при котором измеритель КСВ выключен, надо вновь настроить П-контур трансивера, не меняя положения органов управления согласующего устройства.

### 3.3. АНТЕННЫ ДЛЯ РАБОТЫ НА ДИАПАЗОНЕ 40 И 80 М

Для диапазонов 40 и 80 м желательно иметь отдельную антенну. Ее размеры значительно меньше, чем у антенны для 160-метрового диапазона, что позволяет создать высокоэффективную антенну, обеспечивающую проведение дальних связей.

#### Двухдиапазонный диполь

Сдвоенный диполь (рис. 3.6.) хорошо работает одновременно на диапазонах 40 и 80 м. Высота диполя над землей должна быть не менее 20 м. Питание в антенну подается коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 75 Ом.

Подобная антенна может быть установлена и на одной мачте (рис. 3.7). Радиолюбители обычно называют ее «*Inverted V*» («перевернутая V»). Высота вершины мачты по отношению к плоскости, к которой крепятся концы диполей, должна быть 10...20 м (лучше больше). Диполи в плане располагаются под углом  $90^\circ$ , отрезки диполя на 40 м после изолятора наращивают проводом, делающим их длину равной длине 80-метрового диполя. Питание к антенне целесообразно подводить кабелем с волновым сопротивлением 50 Ом (РК50-7-11, РК50-7-15, РК50-9-11, РК50-9-12). Такая антенна дает хорошие результаты при проведении дальних связей.

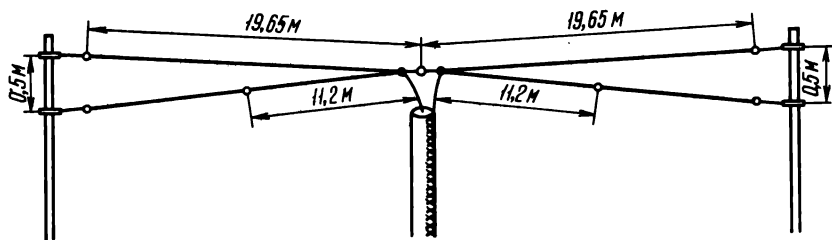


Рис. 3.6. Сдвоенный диполь для работы на диапазонах 40 и 80 м.

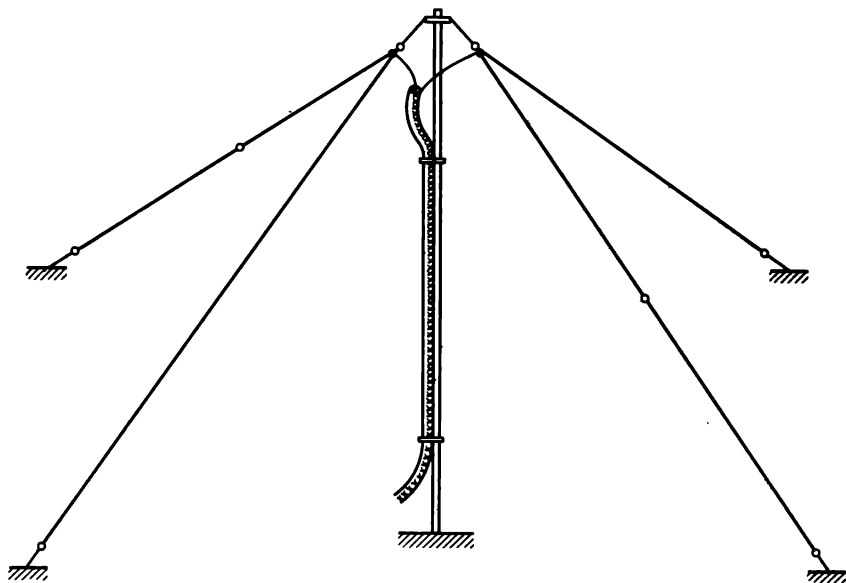


Рис. 3.7. Антенна «Inverted V» на 2 диапазона

### Антенна «треугольник»

Антенна «треугольник» для работы на диапазонах 40 и 80 м показана на рис. 3.8. Длины сторон треугольника равны между собой. Такую антенну удобно натянуть над двором. Если высоты крепления вершин треугольника одинаковы, максимум излучения антенны будет направлен вертикально. Это не так уж плохо: на низкочастотных диапазонах связи на расстояния в сотни километров за счет отражения от ионосферы, происходящего при углах отражения, близких к максимуму излучения такого треугольника. Но для более дальних связей желательно поднять один из углов треугольника. Это легко сделать, если один из соседних домов значительно выше остальных.

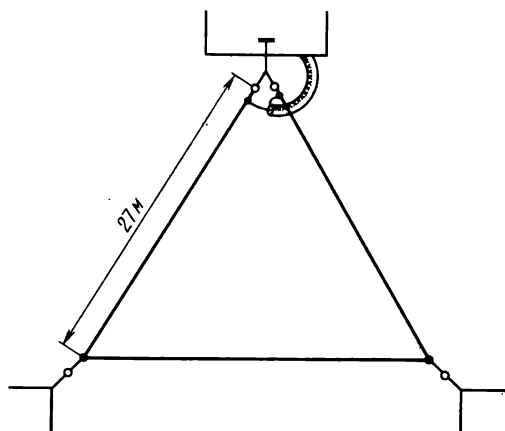


Рис. 3.8. Антенна «треугольник»

Питается антенна коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 75 Ом. Антенна с размером стороны треугольника 27 м отлично работает на диапазоне 80 м, хорошо — на 40-метровом и может быть использована для работы и на более высокочастотных диапазонах,

### Вертикальная антенна

Если у вашего дома металлическая крыша, на ней можно установить четвертьволновый штырь высотой 20 м для работы на 80-метровом диапазоне. Штырь крепится на изоляторе, питающий антенну коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом подключается центральным проводником к нижнему концу штыря, а оплетка кабеля присоединяется к крыше. На  $\frac{2}{3}$  высоты штыря необходимо укрепить растяжки из капронового шнура или толстой лески. Сам штырь изготавливается из дюралевых труб. Снизу диаметр трубы должен быть 50...70 мм, а кверху желательно его уменьшить до 10...20 мм.

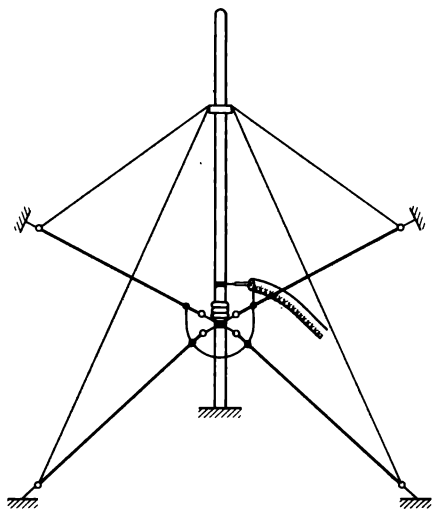


Рис. 3.9. Антенна «Ground plane»

оплетку коаксиального кабеля (рис. 3.9). Длина радиальных проводников до установленных на их концах изоляторов должна быть равна длине штыря. Это уже не просто вертикальная антенна, а антенна, которую радиолюбители называют «Ground plane». Она выгодно отличается от антенны, противовесом для которой является металлическая крыша, стабильностью своих характеристик, не зависящих от состояния крыши.

Вертикальная антенна на диапазон 40 м — это уже значительно более удобное для установки сооружение: длина ее элементов только 10 м. По сравнению с горизонтальными диполями и антенной «треугольник» вертикальные антенны значительно более эффективны при проведении дальних связей.

### 3.4. АНТЕННЫ ДЛЯ РАБОТЫ НА ДИАПАЗОНАХ 10, 15 И 20 М

Для работы на диапазонах 10, 15 и 20 м можно использовать диполи или антенны типа «*Ground plane*». Выполняются они аналогично описанным выше антеннам низкочастотных диапазонов с соответствующим укорочением размеров излучающих элементов. Но на высокочастотных диапазонах в настоящее время многие радиолюбители-коротковолновики применяют высокоэффективные направленные антенны. Построив такую хорошую однодиапазонную антенну, вы сразу займете «достоянное место» на избранном диапазоне. Именно такие антенны и описаны ниже.

#### Антенны «волновой канал»

Трехэлементная антенна «волновой канал» дает усиление в направлении максимального излучения примерно 8 дБ (в шесть раз по мощности) и ослабляет сигналы станций, направления на которые отличаются от «главного» более чем на  $45^\circ$ , не менее чем на 20—25 дБ (3—4 балла громкости). Такая антенна должна

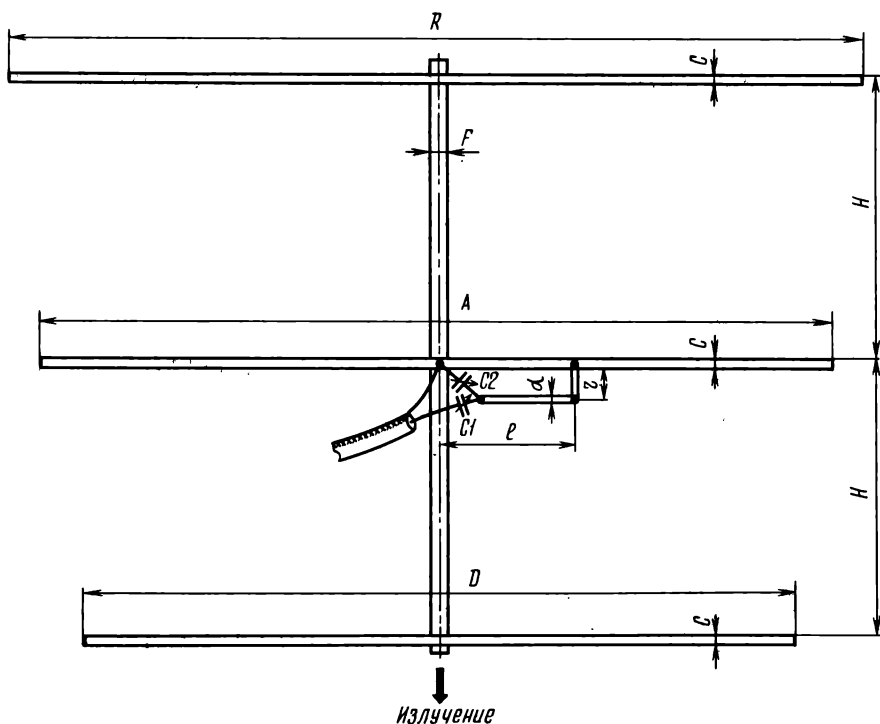


Рис. 3.10. Трехэлементная антенна «волновой канал»

быть установлена на высоте не менее  $\frac{\lambda}{2}$  над подстилающей поверхностью, причем чем больше высота антенны, тем она работает лучше.

Вид на антенну в плане приведен на рис. 3.10. Элементы (активный, директор и рефлектор) изготавливаются из дюралевых труб с толщиной стенок 1...1,5 мм. Центральная труба (траверса) должна иметь толщину стенок 3...5 мм.

Питается антенна коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 50 или 75 Ом. При длине фидера до 30 м можно использовать кабели, рекомендовавшиеся для антенн на диапазоны 40 и 80 м. При более длинном фидере целесообразно использовать более толстые кабели — РК50-9-12, РК75-9-13, РК50-9-11, РК50-9-12. Кабель подключается к антенне с помощью согласующего и симметрирующего устройства — так называемого  $\Omega$ -согласователя.

Рекомендуемые данные трехэлементных антенн «волновой канал» приведены в табл. 16.

Таблица 16

Обозначение и наименование (по рис. 3.10)	Диапазон 20 м	Диапазон 15 м	Диапазон 10 м
$R$ — длина рефлектора, мм	10 800	7200	5400
$A$ — длина активного элемента, мм	10 200	6800	5100
$D$ — длина директора, мм	9600	6400	4800
$H$ — расстояние между элементами, мм	3050	2000	1600
$l$ — длина согласующего элемента, мм	1000	750	500
$r$ — расстояние между согласующим элементом и активным вибратором, мм	150	120	100
$c$ — диаметр труб элементов, мм	40...50	25...30	20...25
$d$ — диаметр согласующего элемента, мм	8...10	6...8	5...6
$F$ — диаметр траверсы, мм	60...80	50...60	40...50
$C1$ — максимальная величина последовательной емкости $\Omega$ -согласователя, пФ	150	100	75
$C2$ — максимальная величина параллельной емкости $\Omega$ -согласователя, пФ	50	30	25

Сочленения элементов с траверсой должны быть выполнены с помощью призм и болтов. Конденсаторы  $\Omega$ -согласователя (триммеры с воздушной изоляцией с зазором между пластинами около 0,5 мм) можно поместить в коробку из изоляционного материала со съемной крышкой.

Так как максимальная длина дюралевых труб около 5 м, только элементы 10-метровой антенны удастся выполнить из цельных труб. Элементы антенн 15 и 20-метровых диапазонов нужно делать составными. Лучше всего подобрать диаметры труб так, чтобы одна плотно входила в другую. Тогда в центре устанавливаются трубы по 5 м, а в их концы вставляются более тонкие трубы необходимой длины.

Выполненные в соответствии с табл. 16 антенны в подгонке

длин элементов и расстояний между ними не нуждаются. Единственная операция по регулировке антенны — согласование ее с кабелем, но зато ее придется выполнить при подъеме антенны на полную высоту. Такая работа — серьезное испытание вашей ловкости и храбрости. Не забудьте, работая на верхушке антенны, надежно пристегнуться к ее **мачте** страховочным поясом!

Согласование антенны с кабелем производится последовательным подбором емкостей  $C1$  и  $C2$  до достижения минимума КСВ. КСВ-метр удобно включать между  $\Omega$ -согласователем и кабелем. Источник сигнала (передатчик) подключается к другому концу кабеля. У правильно выполненной антенны КСВ в центре диапазона 20 и 15 м не должен превышать 1,1, увеличиваясь на краях этих диапазонов до 1,6...1,7. 10-метровую антенну целесообразно настроить по минимуму КСВ на частоте 28400 кГц. Тогда КСВ в диапазоне частот 28000...28800 кГц может быть не более 1,7, но в остальной части 10-метрового диапазона достигнуть величины 2,5...3.

### Антенна «двойной квадрат»

Антенна «двойной квадрат» обеспечивает усиление сигнала при работе с дальними корреспондентами до 10 дБ (в десять раз по мощности), хотя ширина ее диаграммы направленности в горизонтальной плоскости немного больше, чем у трехэлементной антенны «волновой канал». Это объясняется более узкой и расположенной под малым углом к горизонту диаграммой направленности в вертикальной плоскости. Эту антенну не надо поднимать слишком высоко — оптимальная высота ее центра над подстилающей поверхностью 0,5...0,75 $\lambda$ . Ослабление вне главного лепестка диаграммы направленности у этой антенны немного хуже, чем у трехэлементного «волнового канала», и составляет 15...20 дБ (2,5...3,5 балла громкости).

Антенна «двойной квадрат» состоит из двух элементов — активного и рефлектора (рис. 3.11). Оба элемента выполняются из медного канатика диаметром 3...4 мм. Снизу в разрыв активного элемента подключен коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом, а в разрыв рефлектора — открытая двухпроводная линия (являющаяся продолжением рамки рефлектора) с расстоянием между проводами 150...200 мм и скользящей по ней регулировочной перемычкой. Распорки, на которые натянуты элементы антенны, лучше всего сделать из изоляционного материала (идеально — фиберглас, но можно применить и бамбук, сосновые планки). Удовлетворительные результаты дают распорки, изготовленные из дюралевых труб с изоляторами на концах. В этом случае вертикальные распорки выполняются из цельных труб, а горизонтальные — разделены изоляционными вставками (стеклотекстолит, фторопласт, армированный стальным стержнем, и т. п.), так чтобы каждая из четырех горизонтальных распорок (по две у



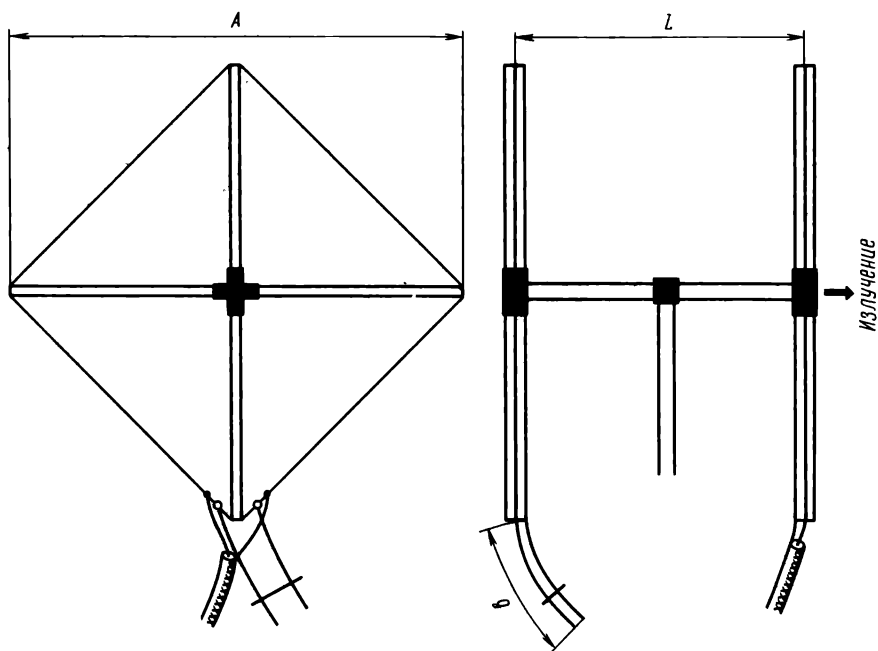


Рис. 3.11. Антенна «двойной квадрат»

активного элемента и рефлектора) состояли из трех примерно равных изолированных частей.

Рекомендуемые размеры антенны приведены в табл. 17.

Таблица 17

Обозначение и наименование	Диапазон 20 м	Диапазон 15 м	Диапазон 10 м
$A$ — диагональ рамок, мм	7600	5050	3750
$L$ — расстояние между рамками, мм	2700	1800	1330
$b$ — полная длина регулировочной двух- проводной линии рефлектора, мм	1300	850	650

Регулировка антенны «двойной квадрат» заключается в изменении длины линии, настраивающей рефлектор. Для этого антен-

ну необходимо развернуть рефлектором на источник мощного сигнала с горизонтальной поляризацией, расстояние от которого до антенны не менее  $10\lambda$ . Подключив к выходу кабеля трансивер, работающий в режиме приема, надо отрегулировать положение перемычки по минимуму показаний, S-метра. После этого необходимо проверить КСВ в кабеле: его значение не должно быть хуже 2 с минимумом вблизи центра диапазона. Если этот минимум сильно смещен, придется изменить общую длину активного элемента и повторить настройку рефлектора.

### 3.5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Между антенной и трансивером полезно включить последовательно два устройства: антенный коммутатор (ближе к антенне), измеритель КСВ.

Антенный коммутатор обеспечивает быстрое переключение антенн и их заземление в отключенном от трансивера состоянии, а измеритель КСВ полезен для непрерывного контроля состояния антенн.

#### Антенный коммутатор

Схема антенного коммутатора, рассчитанного на использование четырех антенн, питаемых коаксиальным кабелем, приведена на рис. 3.12.

Антенны радиостанции подключаются к коаксиальным разъемам  $X1...X4$ , трансивер (или измеритель КСВ) — к разъему  $X5$ , а к клемме  $X6$  обязательно должно быть подключено надежное заземление.

Переключатель  $S1$  — обычный галетный переключатель с двумя керамическими платами «5 положений на 2 направления». В 1-м (показанном на схеме) положении  $S1$  к трансиверу подключена 1-я антенна, а все остальные заземлены, во 2-м положении подключена 2-я антенна с заземлением 1-й, 3-й и 4-й и т. д. В последнем положении  $S1$  все антенны отключены от трансивера и заземлены, что необходимо для предохранения трансивера от грозовых разрядов.

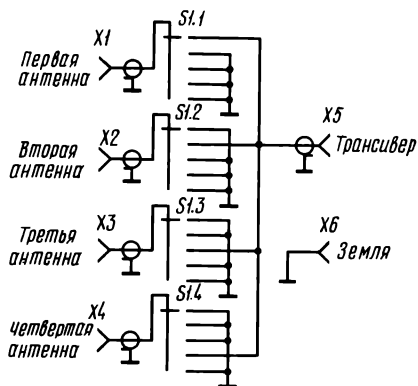


Рис. 3.12. Принципиальная электрическая схема антенного коммутатора

## Измеритель КСВ

Этот измеритель (рис. 3.13) позволяет контролировать режим работы фидера во время передачи. Потери энергии в нем не превышают 1%, т. е. совершенно не влияют на работу радиостанции.

Между разъемами  $X1$  и  $X2$  проложен коаксиальный кабель длиной 150...250 мм с волновым сопротивлением, равным волновому сопротивлению кабеля, питающего антенну. Между оплеткой кабеля и изоляцией центральной жилы протянут провод МГТФ 0,15. Для изготовления такого отрезка надо взять коаксиальный кабель с внешним диаметром (в защитной изоляции) 7...12 мм. Внешнюю изоляцию снять и, сдвинув оплетку с концов к середине, также снять ее с изоляции. В центре снятой оплетки надо проткнуть отверстие и пропустить в него петлю провода МГТФ (она пойдет к резистору  $R1$ ), а концы этого провода вывести у концов оплетки. Затем следует снова надеть оплетку на изолированную центральную жилу и растянуть ее.

Длина отрезков провода МГТФ от коаксиального кабеля до диодов и  $R1$  не должна превышать 50 мм.

Подключив КСВ-метр к трансиверу, нагружают его на достаточно мощный резистор с сопротивлением, равным волновому сопротивлению внутреннего кабеля. При работающем передатчике (режим *ТЛГ*, ключ нажат) устанавливают переключатель  $S1$  в положение «*Отр*» и регулировкой  $R1$  добиваются нулевых показаний  $РА-1$  при положении движка регулятора чувствительности  $R3$  в положении, близком к верхнему (по схеме).

Измерение КСВ производится следующим образом: установив переключатель  $S1$  в положение «*Пр*», регулировкой чувствительности устанавливают стрелку прибора  $РА-1$  на 100 мкА. Переключив  $S1$  в положение «*Отр*», снимают показания  $РА-1$  —  $A$ , мкА:

$$КСВ = \frac{100 + A}{100 - A}.$$

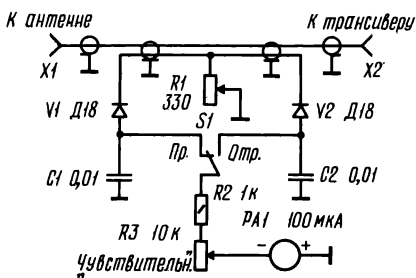


Рис. 3.13. Принципиальная электрическая схема измерителя КСВ

При переходе с высокочастотных диапазонов на низкочастотные чувствительность КСВ-метра снижается. Если на диапазоне 160 м не удастся получить полного отклонения стрелки прибора при измерении прямой волны, придется либо уменьшить величину  $R2$ , либо довольствоваться частью шкалы прибора, подставляя значение этой части вместо 100 мкА в формулу для определения КСВ.

---

---

## 4. Работа в эфире

Радиолюбителям выделены для работы участки коротковолновых диапазонов, протяженность которых превышает ширину диапазонов, служащих для радиовещания на коротких волнах. Разумное использование этого богатства позволяет вести одновременно тысячи радиосвязей между самыми удаленными точками земного шара. Но даже один радиолюбитель, неправильно использующий свой передатчик, может сорвать работу в эфире сотен своих коллег. Поэтому очень важно знать и выполнять все официальные и просто установившиеся правила работы на любительских коротковолновых радиостанциях.

### 4.1. ВЫБОР ДИАПАЗОНА ДЛЯ РАБОТЫ

Любительские коротковолновые диапазоны занимают участки коротких волн от их низкочастотной (160-м диапазон) до высокочастотной (10-м диапазон) границы. При выборе диапазона, на котором вы собираетесь работать, надо учитывать особенности распространения коротких волн каждого любительского диапазона.

При связи между двумя корреспондентами на коротких волнах в основном действуют два механизма распространения энергии электромагнитного поля: по прямой от излучателя с огибанием препятствий, размеры которых соизмеримы с длиной волны (земная волна), и с отражением от ионосферы (пространственная волна). Последний способ распространения коротких волн обеспечивает проведение самых дальних, а следовательно, и самых интересных радиосвязей.

Ионосфера состоит из нескольких слоев, интенсивность ионизации которых зависит от активности Солнца, времени года и суток. Чем короче волна, тем на большую высоту ионосферы распространяются короткие волны, испытывая малое затухание.

Волны короче 10 м при обычном состоянии ионосферы вообще ею не задерживаются и уходят в космос. Работа пространственной волной на 10-м любительском диапазоне возможна при наиболее интенсивной ионизации верхних слоев ионосферы (обычно днем и в периоды максимальной солнечной интенсивности). При этом удается проводить самые дальние связи, используя маломощные передатчики. Возможна дальняя радиосвязь на 10-м диапазоне за счет отражения радиоволн отдельными ионизированными «облаками» в ионосфере; не слышимые ранее станции могут вдруг громко зазвучать на этом диапазоне. Поэтому не рекомендуется

вести длительные переговоры с соседями, пользуясь земной волной на 10-м диапазоне,— вы можете помешать радиостанциям, находящимся на удалении многих тысяч километров, не подозревая об этом.

Волны 160-м диапазона сильно поглощаются уже в нижних слоях ионосферы, и дальние связи (в том числе с другими континентами) возможны только ночью при уменьшении ионизации этих слоев. Днем связь пространственной волной на этом диапазоне практически исключена; здесь можно вести местные переговоры, не опасаясь помешать своим дальним друзьям.

На 80-м диапазоне связь осуществляется и днем пространственной волной; отражаясь от нижних слоев ионосферы, эти волны позволяют проводить связи на расстояния до ста километров. Ночью связь пространственной волной на 80-м диапазоне возможна с самыми удаленными корреспондентами. Правда, такая связь трудна — на этом диапазоне высок уровень помех, да и соорудить эффективную антенну на 80-м диапазоне непросто.

Очень популярен у коротковолнников 40-м диапазон. К сожалению, обеспечивая устойчивое, круглосуточное дальней распространение радиоволн, он привлекает слишком много радиовещательных и ведомственных радиостанций. Успешно работать на 40-м диапазоне можно, только имея приемник с большим динамическим диапазоном и эффективную антенну. Используя описанную в этой книжке радиостанцию и антенну «*Ground plane*» или даже простой диполь, на 40-м диапазоне можно успешно проводить связи со всеми континентами.

Наиболее популярны у радиолюбителей 20-м и 15-м диапазоны. Здесь (особенно на 20-м диапазоне) дальние связи возможны практически в любой период активности Солнца. Эти диапазоны очень загружены любительскими радиостанциями, и работать на них рекомендуется только тогда, когда нельзя использовать другие диапазоны.

## 4.2. ПОЗЫВНОЙ СИГНАЛ

Получив разрешение на работу в эфире, вы получили и позывной сигнал. Ни у кого в мире нет такого позывного сигнала (или просто позывного). Надо гордиться своим позывным и не стесняться повторять его, тем более что длительная работа без передачи своего позывного (более 5 минут) является грубейшим нарушением правил радиосвязи. Любой выход в эфир должен сопровождаться передачей своего позывного. Обязательна передача двух позывных в начале и конце связи: своего и корреспондента.

Почему так важна передача позывного? В нем заложена основная информация о вашей станции, и все, услышавшие, например, позывной *UK3AAA*, сразу узнают, что это советская радиостанция (буква *U*), коллективная (буква *K*), находящаяся в Центре Европейской части СССР (3-й радиолюбительский район СССР),

в Москве (1-я буква А после цифры). Две последние буквы — личные, отличительные признаки станции в городе. Если вы долго ведете передачу, не называя своего позывного, многие радиолюбители будут слушать ваши сигналы, терпеливо дожидаясь, когда можно будет узнать всю перечисленную информацию, после чего решить, представляет ли интерес связь с вами. Незавидно положение наблюдателя, долго ждущего момента, когда он сможет зарегистрировать прием неизвестной до передачи позывного радиостанции.

### 4.3. СОДЕРЖАНИЕ ПЕРЕГОВОРОВ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ

Радиолюбительская радиостанция — это не личное средство связи, а аппаратура для проведения экспериментов, спортивных мероприятий, переключек радиолюбителей. Для передачи «коммерческой» информации использовать любительскую радиостанцию нельзя. Для этого есть почта, телеграф, телефон. И все же радиолюбители широко обмениваются интересной информацией.

Прежде всего при любительской радиосвязи происходит обмен сообщениями о четкости, громкости и качестве сигнала корреспондента (*RST* или *RS* при работе на *SSB*). Собственно прием позывного сигнала и *RST* (*RS*) являются тем минимумом информации, обмен которой и определяет факт установления двусторонней радиосвязи между радиолюбителями (*QSO*).

Если есть свободное время и желание, кроме *RST* (*RS*) передают и принимают:

- приветствие (доброе утро, добрый день, вечер и т. д.);
- свое имя (обычно сокращенное);
- точное местонахождение: название области, штата, департамента, графства, а также название населенного пункта;
- описание используемой аппаратуры;
- описание погодных условий;
- сообщение об условиях прохождения коротких волн;
- информацию об интересных станциях, которые работают в данное время;
- адрес, по которому надо выслать *QSL*-карточку;
- пожелания в связи с праздниками (поздравления с национальным праздником страны корреспондента, Новым годом и т. д.).

Если в эфире встречаются радиолюбители, особо интересующиеся одной из сторон работы (соревнованиями, конструированием аппаратуры, радиолюбительскими дипломами), то эти вопросы могут обсуждаться достаточно подробно. Главное, помните, что вы в эфире не одиноки, прием длинного монолога может прервать появившаяся на вашей частоте помеха. Поэтому опытные радиолюбители передают только короткие сообщения, переходя на прием не реже чем через 2—3 минуты.

#### 4.4. ОБЩИЙ ВЫЗОВ И ПОИСК КОРРЕСПОНДЕНТОВ

Если вам безразлично, кто окажется вашим корреспондентом, можно использовать способ начала работы в эфире — передачу общего вызова (CQ — «Всем»). До начала передачи общего вызова необходимо убедиться, что выбранная вами частота не занята (вы можете не слышать одну из радиостанций, ведущих QSO). Поэтому коротко задайте вопрос («Частота свободна?» — QRL), обязательно добавив свой позывной. Не услышав ответа, переходите к передаче: 2—3 раза «Всем», 2—3 раза свой позывной; затем попросите ответить. Общий вызов может быть избирательным, например: «Всем в Средней Азии» — CQ OK и т. п.

Убедившись, что частота не занята, и начав давать общий вызов, вы становитесь хозяином частоты и можете работать на ней любое время. Но бывают исключения из этого правила:

- вам ответила очень редкая станция. После окончания QSO к ней подключатся десятки желающих. Не будьте собакой на сене — уйдите со «своей» частоты;

- занятая вами частота была намечена кем-либо для встречи в эфире. Когда подойдет ее время, вас попросят освободить частоту — будьте вежливы и предоставьте частоту встречающимся на ней радиостанциям.

Если на общий вызов ответа нет, это вовсе не означает, что вас никто не слышит. Возможно, что для тех, кто его принял, установление связи с вами особого интереса не представляет. Но если эту станцию вы сами вызовете, она, как правило, вам ответит.

Поиск нужного корреспондента — самая важная часть работы в эфире. Надо уметь слушать. Здесь очень пригодится опыт коротковолновика-наблюдателя. Обычно громкие сигналы — это сигналы ближайших станций, связь с которыми не вызывает ни трудности, ни интереса. Именно слабо слышимые, замирающие, теряющиеся в помехах сигналы таят в себе неожиданные «открытия» стран и территорий.

Если у вас есть направленная антенна, ее, конечно, нужно развернуть в направлении на район, с которым вы хотите связаться. Тут необходимо следующее:

- антенну направлять по линии кратчайшего расстояния от вашего места до корреспондента. Это направление можно определить по глобусу, натянув нитку между двумя интересующими вас точками. Вы увидите, что для дальних станций оно отлично от подсказываемого здравым смыслом. Для связи из Европейской части СССР с Австралией антенну надо направить вовсе не на юго-восток, а строго на восток; для связи с районом Северной Америки, лежащим на одной широте с Южным Уралом, антенну надо направить на север и т. д.;

- иногда связь возможна при прохождении радиоволн не кратчайшим путем между двумя точками на земном шаре, а по обратному и более длинному пути (длинным путем). Так, утром для Европейской части СССР на 20-м диапазоне станции Австралии,

Новой Зеландии, острова Тихого океана слышны при развороте антенны тылом к ним, то есть при направлении ее на запад. Длина трассы при этом более 20 000 км, но слышимость ДХ\* бывает отличной.

Наконец интересный корреспондент найден. Если он даст общий вызов, останется только своевременно и четко ему ответить. Сложнее обстоит дело, если интересующая вас станция уже ведет QSO. Тут надо набраться терпения (слушание болтовни будет для вас хорошим уроком при проведении собственных связей). Если вы убеждены, что передача, адресуемая нужной вам станции, не интересна для нее (например, неоднократно передаются разными способами добрые пожелания), можно кратко сообщить, что вы нуждаетесь в связи. Не будьте назойливы, если ваши просьбы не замечены: либо они не слышны, либо связь с вами не интересна станции, к которой вы обратились. Постарайтесь найти другого корреспондента.

#### 4.5. СВЯЗИ С ДХ

В настоящее время радиолюбителей-коротковолновиков в развитых странах значительно больше, чем в бывших колониях и малых государствах. Когда представитель такой страны появляется в эфире, на его частоте после первой же связи образуется «свалка» западноевропейских, советских, североамериканских и японских радиолюбителей. В этом случае не надо кричать или стучать ключом дольше всех. Заметив, что ваш длинный вызов мешает принимать выбранного корреспондента, ДХ может записать вас в «черный список», игнорировать ваши вызовы. Надо умело выбрать момент, когда ваш позывной будет услышан. Если вам повезет и вы начнете желаемую связь, будьте предельно лаконичны. Начав связь, постарайтесь помочь своим друзьям: в конце сообщите 1—2 позывных. Но не увлекайтесь этим, старайтесь, чтобы предлагаемые позывные были интересны вашему корреспонденту.

Если вы сами устроили «свалку», попробуйте навести порядок. Сделать это можно так:

- просить отвечать только станции одной страны или ее района (например, сначала только «1-й район США; проведя 2—3 связи — «только 2-й район США» и т. д.);

- просить отвечать не на вашей частоте, а вокруг нее, указав, сколько кГц выше и ниже своей частоты вы слушаете (вот тогда будет очень полезна предусмотренная в нашей радиостанции «расстройка»);

- просить наиболее хорошо слышимую вами станцию составить и передать список корреспондентов, стремящихся связаться с вами. Желательно проделать это на другой частоте.

---

\* ДХ — очень удаленная или редкая радиостанция, связь с которой затруднена.



Экономьте свое время и время корреспондентов (но не на собственном позывном): краткую информацию о своей станции передавайте не каждому корреспонденту, а через 5—10 QSO. Интересующиеся названием вашего населенного пункта, вашим именем и способом пересылки вам QSL-карточки подождут на частоте и в конце концов получат необходимые сведения.

#### 4.6. «КРУГЛЫЕ СТОЛЫ» И СЕТИ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ

«Круглый стол» — это большое число радиостанций, собравшихся на одной частоте для обмена интересными сообщениями. Как правило, у «круглых столов» есть ведущая радиостанция — организатор и руководитель работы, постоянные участники и случайные. Начинается работа за «круглым столом» в строго определенное время и вблизи определенной частоты (но не точно на определенной частоте — она может быть занята или поражена сильной помехой). Ведущий объявляет о начале работы, называет свой позывной и поочередно вызывает постоянных участников «круглого стола». Каждый из них старается появиться с интересным сообщением, например, о готовящейся ДХ-экспедиции, замеченных особенностях прохождения радиоволн на одном из диапазонов и т. п. Ведущий приглашает других желающих работать за «круглым столом» и объявляет полный список участников. Затем сообщает об имеющейся у него информации и предлагает поочередно переходить на передачу остальным участникам.

Таким образом в эфир передается информация, собранная многими радиолюбителями. Если у вас нет ничего интересного для сообщения, не стремитесь к участию в работе «круглого стола». Но послушать других, конечно, стоит. Особенно полезно знакомиться с работой радиолюбителей своего района тем, кто долгое время не выходил в эфир.

Если QSO с одним или несколькими участниками «круглого стола» представляет для вас большой интерес, обратитесь к ведущему, а если связь с ним затруднительна — к одному из постоянных участников с просьбой помочь провести нужные QSO. Как правило, такую возможность предоставляют в конце работы «круглого стола».

подавляющее большинство радиолюбителей очень доброжелательны к своим коллегам и с удовольствием помогают им установить интересные связи. За помощью нужно обращаться умело, чтобы ваше «Сообщите такому-то, что я хочу с ним связаться» (QRW) не помешало ведущей связи.

Некоторые радиолюбители специально собирают группы интересных станций для организации массовой работы с ними. Эти группы образуют так называемую ДХ-сеть радиолюбителей определенного района: например, постоянно действуют ДХ-сети радиолюбителей района Карибского моря, советских радиолюбителей и др.

У радиолобительской ДХ-сети, как и у «круглого стола», есть ведущий. За 1—2 часа до работы сети на заранее известной частоте он начинает записывать участников. Ведущий сети Карибского моря записывает радиолобителей стран и островов этого района. Ведущий ДХ-сети советских радиолобителей — советские станции и т. д. К началу работы сети ведущий составляет и объявляет этот список. Затем начинает записывать станции, являющиеся ДХ для участников. Ведущему необходимы хорошая приемно-передающая аппаратура и антенна, чтобы любой ДХ, желающий работать с сетью, мог легко с ним связаться. Все участники сети обязаны внимательно слушать запись ДХ, выделять интересные и уверенно принимаемые станции. Записав всех желающих работать с сетью, ведущий объявляет участников. После этого по своему усмотрению он приглашает к передаче того или иного участника. Получивший такое право вызывает наиболее интересную для него станцию и сообщает *RST (RS)*. Дополнительные сообщения тут неуместны: десятки станций ждут своей очереди работать на частоте. Если передача принята, избранный корреспондент подтверждает это ответным *RST (RS)*, и связь считается законченной. Ведущий может предоставить право на передачу одной и той же станции только раз, или несколько раз подряд, или несколько раз за все время работы сети, дав возможность участнику связаться с несколькими интересными корреспондентами.

Сеть, как правило, ведет очень опытный радиолобитель. Предоставляя право на передачу, он учитывает интересы всех участников сети. Если вы работаете с Земли Франца-Иосифа и ведущий советской ДХ-сети дает вам возможность выбирать корреспондентов несколько раз, то собравшиеся ДХ, получив право на передачу, будут сами вас вызывать. А если вы москвич, то, скорее всего, получите право на передачу 1—2 раза, и вряд ли кто-либо из ДХ вызовет вас — радиолобители Москвы очень активны. Не расстраивайтесь: с таким ограничением очень легко бороться — нужно только переехать из Москвы на Землю Франца-Иосифа!

В связи с ростом числа радиолобителей-коротковолновиков становится все больше интересных связей, проводимых организованно: это информации «круглых столов», работа в ДХ-сетях и по предварительной записи. Изучить эти способы можно, если внимательно слушать эфир, но не вступать в переговоры, не уяснив, какая работа ведется.

Грамотный радиолобитель-коротковолновик всегда гораздо больше слушает, чем передает. Вечер, проведенный за радиостанцией только в режиме приема, ничем не хуже вечера, в течение которого вы установили десятки уже состоявшихся связей. Ведь в это время вы могли услышать очень редкие ДХ, а затем и связаться с ними!

*Приложение 1*

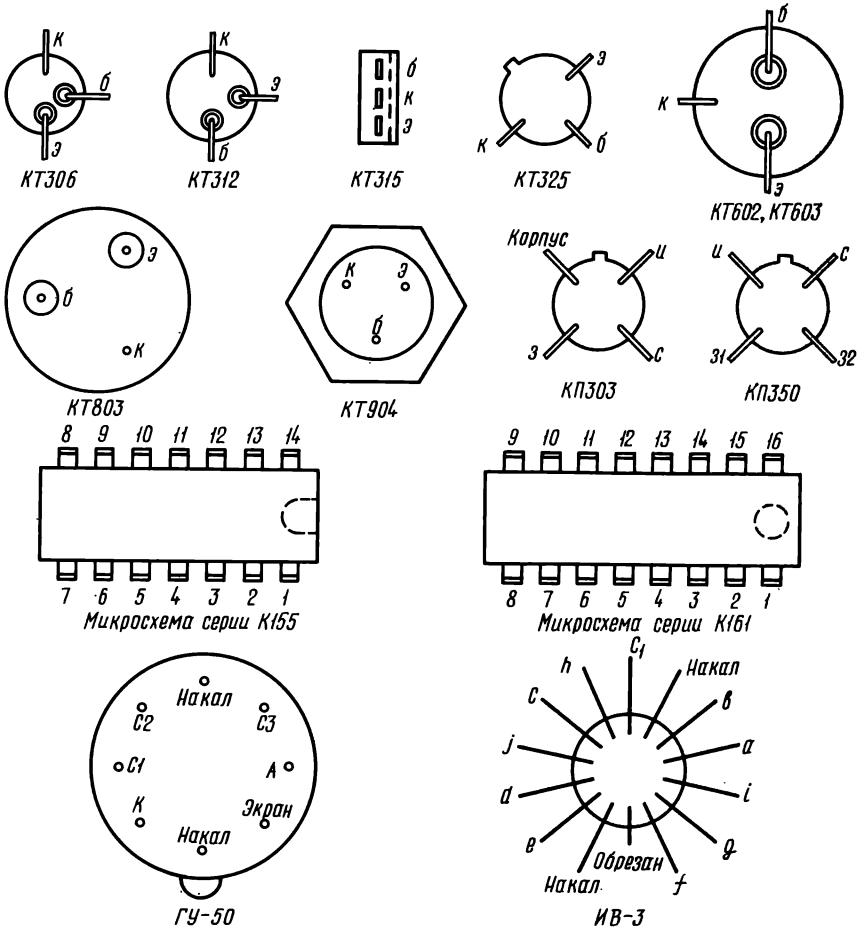
### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ НАСТРОЙКИ РАДИОСТАНЦИИ

Назначение	Рекомендуемые приборы
Измерение напряжений постоянного тока	Универсальный прибор коротковолновика («Радио» № 11, 12, 1979 г.) Тестеры Ц4312, Ц4341
Измерение напряжений переменного тока высокой частоты	Универсальный прибор коротковолновика Милливольтметры ВЗ-45, ВЗ-48 Вольтметры универсальные В7-15, В7-17
Измерение частоты	Универсальный прибор коротковолновика Электронно-счетные частотомеры ЧЗ-36, ЧЗ-38, ЧЗ-39, ЧЗ-41, ЧЗ-44 Радиоприемные устройства Р-250, Р-250-М, Р-250-М2
Измерение формы напряжений НЧ и ВЧ (до 1-й ПЧ передатчика)	Осциллографы С1-19Б, С1-43, С1-49, С1-67, С1-68, С1-73
Измерение формы напряжений НЧ и ВЧ в любой части трансивера	Осциллографы С1-64, С1-65, С1-71
Формирование стандартных сигналов НЧ	Универсальный прибор коротковолновика Генераторы сигналов низкочастотные ГЗ-102, ГЗ-106
Формирование стандартных сигналов ВЧ	Универсальный прибор коротковолновика (при напряжениях больше 50 мкВ) Генераторы сигналов высокочастотные Г4-18, Г4-93, Г4-102

Приложение 2

**ЦОКОЛЕВКИ ТРАНЗИСТОРОВ, МИКРОСХЕМ  
И ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ ПРИБОРОВ, ПРИМЕНЕННЫХ В РАДИОСТАНЦИИ**

Все приборы, кроме микросхем серий К155 и К161, изображены со стороны выводов.



Цоколевки транзисторов, микросхем и электровакуумных приборов, примененных в радиостанции

## Содержание

Введение . . . . .	3
<b>1. Приемник коротковолновика-наблюдателя . . . . .</b>	<b>6</b>
1.1. Схема приемника . . . . .	8
Принципиальная электрическая схема приемника . . . . .	9
Узкополосный фильтр частоты сигнала . . . . .	13
Усилитель высокой частоты . . . . .	14
Полосовые фильтры частоты сигнала . . . . .	15
Полосовые фильтры частоты ГПД . . . . .	15
Первый и второй смесители . . . . .	17
Генератор плавного диапазона . . . . .	17
Емкости установки частот ГПД . . . . .	18
ФСС на частоту 5 МГц . . . . .	19
Генератор частот 500 и 4500 кГц . . . . .	20
Эмиттерный повторитель . . . . .	21
УПЧ 500 кГц и детектор . . . . .	22
Усилитель низкой частоты и автоматическая регу-	
лировка усиления . . . . .	22
Стабилизатор напряжения +24 В . . . . .	24
Выпрямитель . . . . .	24
1.2. Конструкция приемника . . . . .	25
1.3. Настройка приемника . . . . .	34
Проверка узлов питания . . . . .	34
Проверка и регулировка УНЧ и АРУ . . . . .	34
Настройка генератора частот 500 и 4500 кГц и	
проверка эмиттерного повторителя . . . . .	36
Проверка и настройка УПЧ 500 кГц и детектора . . . . .	37
Настройка ФСС 5 МГц и проверка работы вто-	
рого смесителя . . . . .	38
Регулировка ГПД . . . . .	38
Проверка и настройка высокочастотного тракта . . . . .	40
Градуировка S-метра и проверка основных харак-	
теристик приемника . . . . .	41
<b>2. На базе приемника — приемопередатчик . . . . .</b>	<b>44</b>
2.1. Трансивер для работы телеграфом на диапа-	
зоне 160 м с выходной мощностью 5 Вт . . . . .	47
Детектор напряжения в антенне . . . . .	50
Выходной каскад усилителя мощности . . . . .	50
Согласующие фильтры частоты сигнала . . . . .	52
Предварительный усилитель мощности пере-	
датчика . . . . .	53
Смесители передатчика . . . . .	53
Генератор 500 кГц СШ . . . . .	54
Узел переключения прием — передача . . . . .	54
Конструкция трансивера . . . . .	55
Настройка трансивера . . . . .	55
2.2. Трансивер на 160 м для работы телеграфом	
и телефоном . . . . .	60

Микрофонный усилитель . . . . .	62
Генератор 500 кГц <i>DSB</i> . . . . .	63
Узел автоматической регулировки сигнала <i>SSB</i> . . . . .	64
Конструктивное выполнение трансивера для работы телеграфом и телефоном . . . . .	64
Настройка трансивера в телефонном режиме . . . . .	64
2.3. Увеличение числа диапазонов и выходной мощности трансивера . . . . .	68
Трансивер для работы на всех любительских коротковолновых диапазонах . . . . .	68
Введение в трансивер дополнительных диапазонов	70
Увеличение мощности передатчика до 40 Вт . . . . .	71
2.4. Трансивер радиостанции первой категории с цифровой шкалой . . . . .	72
Увеличение выходной мощности передатчика до 100 Вт . . . . .	72
Цифровая шкала . . . . .	73
<b>3. Антенны любительских коротковолновых радиостанций . . . . .</b>	<b>83</b>
3.1. Общие сведения по выбору антенны . . . . .	84
Размер антенны . . . . .	85
Высота антенны . . . . .	86
Связь антенны с трансивером . . . . .	87
3.2. Антенны для работы на диапазоне 160 м . . . . .	87
Полуволновый вибратор на 160 м . . . . .	88
Антенна «наклонный луч» . . . . .	90
3.3. Антенны для работы на диапазонах 40 и 80 м . . . . .	90
Двухдиапазонный диполь . . . . .	91
Антенна «треугольник» . . . . .	92
Вертикальная антенна . . . . .	93
3.4. Антенны для работы на диапазонах 10, 15 и 20 м . . . . .	93
Антенны «волновой канал» . . . . .	95
Антенна «двойной квадрат» . . . . .	97
3.5. Вспомогательные устройства . . . . .	97
Антенный коммутатор . . . . .	98
Измеритель КСВ . . . . .	99
<b>4. Работа в эфире . . . . .</b>	<b>99</b>
4.1. Выбор диапазона для работы . . . . .	99
4.2. Позывной сигнал . . . . .	100
4.3. Содержание переговоров радиолюбителей . . . . .	101
4.4. Общий вызов и поиск корреспондентов . . . . .	102
4.5. Связи с ДХ . . . . .	103
4.6. «Круглые столы» и сети радиолюбителей . . . . .	104
<b>Приложение 1. Измерительные приборы, необходимые для настройки радиостанции . . . . .</b>	<b>106</b>
<b>Приложение 2. Цоколевки транзисторов, микросхем и электровакуумных приборов, примененных в радиостанции . . . . .</b>	<b>107</b>

Л25      **Лаповок Я. С.**  
Я строю КВ радиостанцию.— М.: ДОСААФ,  
1983.— 109 с., ил.  
60 к.

Рассказывается, как, соорудив специальный приемник, позволяющий принимать сигналы любительских радиостанций, можно предусмотреть превращение его сначала в телеграфный приемопередатчик, затем в телефонный и телеграфный с последовательным увеличением мощности и, наконец, в радиостанцию 1-й категории с цифровой шкалой.

Для подготовленных радиолюбителей.

Л— 2402020000—045  
072(02)—83      32—83

ББК 32.884.19  
6Ф2.18

**Яков Семенович Лаповок**  
**Я СТРОЮ КВ РАДИОСТАНЦИЮ**

Редактор Л. И. Карнозов  
Художественный редактор Т. А. Хитрова  
Обложка художника Г. С. Богачева  
Технический редактор Д. А. Стеганцева  
Корректор В. Д. Синева

ИБ № 1444

Сдано в набор 02.04.82. Подписано в печать 08.02.83. Г-63578. Формат 60×90/16. Бумага  
офсетная № 1. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. п. л. 7,0. Уч.-изд. л. 7,11.  
Тираж 150 000 экз. Заказ 2-99, Цена 60 к. Изд. № 2/П—163.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР  
129110, Москва, И-110, Олимпийский просп., 22.  
Харьковская книжная фабрика «Коммунист», 310012, Харьков-12,  
ул. Энгельса, 11.



Магазин «Военная книга» принимает предварительные заказы на интересующие Вас издания по годовому плану выпуска литературы Издательства ДОСААФ СССР. Здесь Вы можете получить необходимые справки о вновь выходящих и имеющихся в наличии книгах нашего Издательства.

Покупатели, проживающие в населенных пунктах, где нет магазина «Военная книга», заказ на книгу могут направить в ближайший отдел «Военная книга — почтой».

Адреса отделов «Военная книга — почтой»:

480091, Алма-Ата, ул. Кирова, 124  
690000, Владивосток, ул. Ленинская, 18  
252133, Киев, бульвар Леси Украинки, 22  
443099, Куйбышев, ул. Куйбышевская, 91  
191186, Ленинград, Невский просп., 20  
290007, Львов, просп. Ленина, 35  
220029, Минск, ул. Куйбышева, 10  
113114, Москва, Даниловская наб., 4, а.  
630076, Новосибирск, ул. Гоголя, 4  
270009, Одесса, ул. Перекопской дивизии, 16/6  
226011, Рига, ул. Крышьяна Барона, 11  
344018, Ростов-на-Дону, Буденновский просп., 76  
620062, Свердловск, ул. Ленина, 101  
700077, Ташкент, Луначарское шоссе, 61  
380007, Тбилиси, пл. Ленина, 4  
720001, Фрунзе, ул. Киевская, 114  
698038, Хабаровск, ул. Серышева, 42  
672000, Чита, ул. Ленина, 111, а

