

Трансивер "АМАТОР-ЭМФ-У"

Описываемый в данной статье трансивер предназначен для проведения радиосвязей SSB и CW в диапазонах 160, 80 и 40 метров и представляет собой усовершенствованную схему трансивера "АМАТОР-ЭМФ".

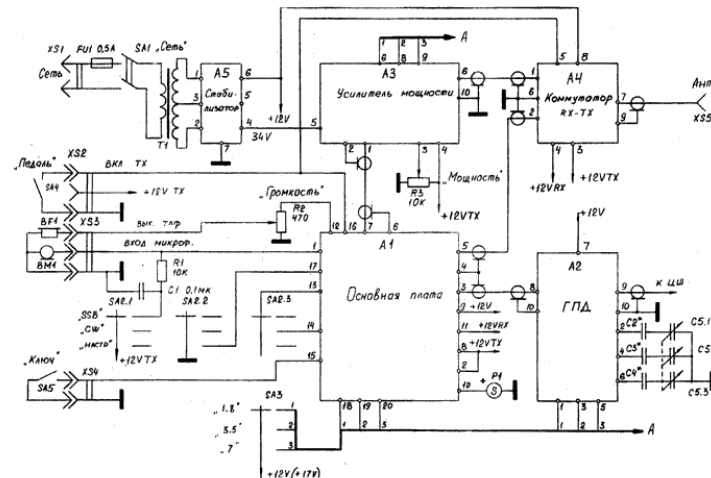
Основные параметры трансивера:

- чувствительность приёмного тракта при отношении с/ш 12 дБ не хуже - 1 мкВ;
- избирательность по зеркальному каналу не менее - 40 дБ;
- диапазон работы АРУ - 60 дБ;
- выходная мощность передающего Тракта на нагрузке 50 Ом - 5 Вт;
- подавление побочных каналов не Менее - 40 дБ.

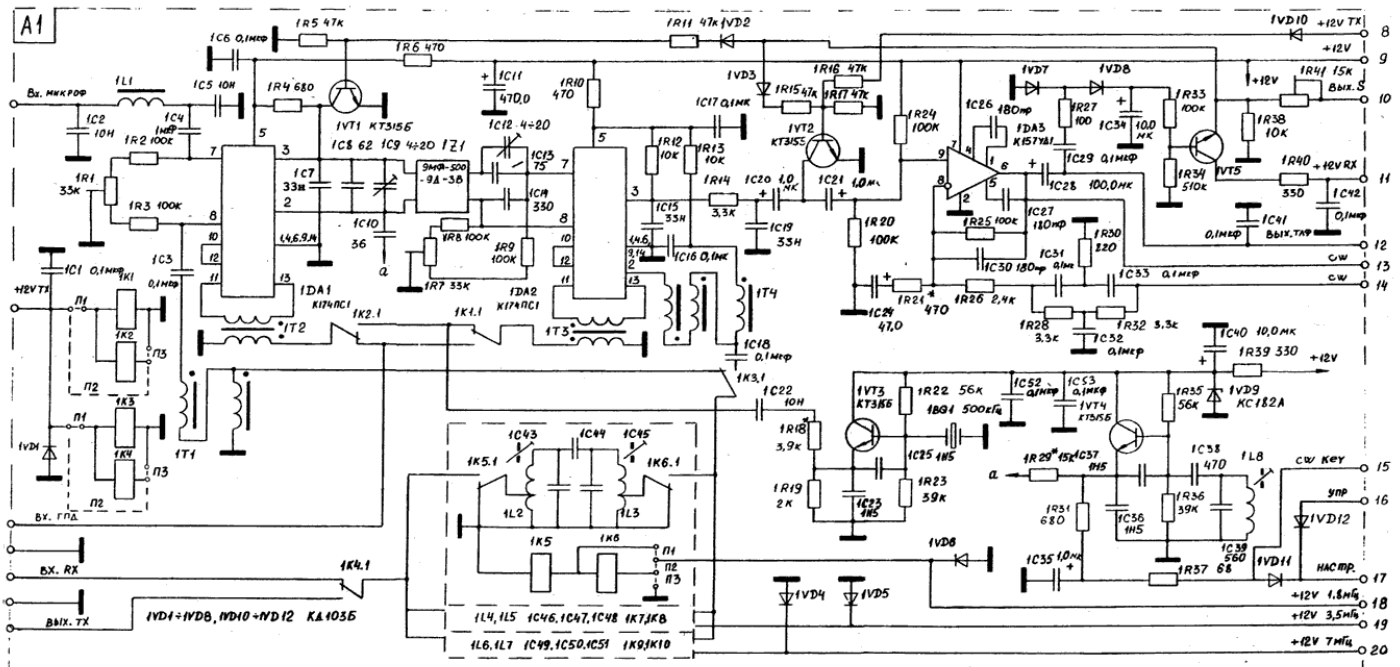
Селективность трансивера по соседнему каналу при приёме и величина подавления нерабочей боковой полосы при передаче определяются параметрами применяемого электромеханического фильтра. Отличительная особенность построения приёмопередающего тракта - применение ИМС активных балансных смесителей К174ПС1. Это позволило существенно упростить электрическую схему (в частности, отказаться от усилителя промежуточной частоты и микрофонного усилителя) и соответственно уменьшить габариты устройства.

Описание работы трансивера

Как видно из схемы, трансивер собран на пяти печатных платах, где: А1 - основная плата; А2 - плата ГПД; А3 - усилитель мощности; А4 - узел коммутации; А5 - плата выпрямителя и стабилизатора.



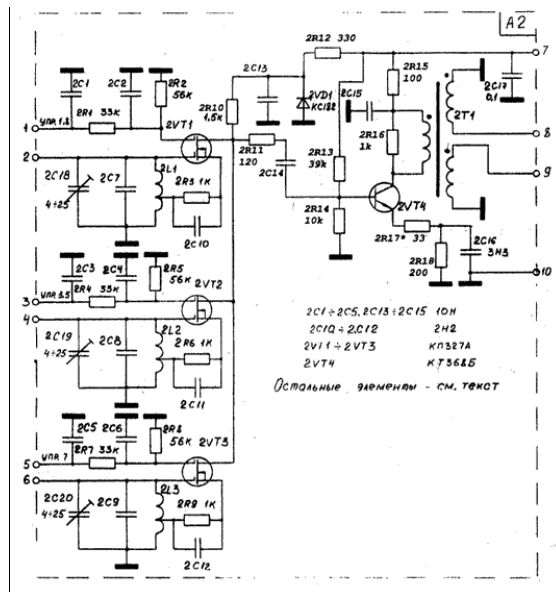
Основная плата А1 содержит диапазонные полосовые фильтры (ДПФ), приёмно-передающий тракт, усилитель звуковой частоты, систему АРУ, телеграфный генератор и генератор опорной частоты 500 кГц. В режиме приёма радиочастотный (РЧ) сигнал через разъём XS5 поступает на узел коммутации А4, который содержит реле 4К1 (рис.5), и далее - через контакты реле на основную плату (рис.2). На основной плате сигнал - через контакты реле 1К4 подаётся на со-ответствующий ДПФ. Подключение нужного ДПФ осуществляется переключателем SA3 путём подачи управляющего напряжения на реле 1К5-1К10. Через контакты реле 1К3 РЧ сигнал поступает на смеситель 1ДА1. Для согласования низкого выходного сопротивления ДПФ и высокого входного сопротивления смесителя применён широкополосный согласующий трансформатор Т1. Сигнал ГПД подаётся на смеситель через контакты реле 1К2 и трансформатор Т2. Нагрузкой смесителя служит ЭМФ 1З1, который выделяет полезный сигнал промежуточной частоты (ПЧ) 500 кГц верхней боковой полосы. ПЧ сигнал поступает на смеситель 1ДА2. Сигнал опорного генератора 500 кГц поступает на смеситель через контакты реле 1К1 и трансформатор Т3. Опорный генератор выполнен на биполярном транзисторе 1ВТ3 по схеме ёмкостной трёхточки. Нагрузкой смесителя по звуковой частоте служит простейший фильтр низкой частоты, выполненный на элементах 1С15, 1Р14, 1С19. Усилитель звуковой частоты собран на микросхеме 1ДА3, которая представляет собой операционный усилитель с большим коэффициентом усиления и мощным выходным каскадом, что позволяет использовать в качестве оконечного устройства как головные телефоны, так и низкоомный динамик. Регулятор громкости R2 (рис.1) подключен непосредственно к выходу УЗЧ. В режиме приёма CW сигналов в цепь обратной связи 1ДА3 подключается двойной Т-мост (1С31-1С33, 1Р28, 1Р30, 1Р32). При этом полоса пропускания приёмного тракта сужается примерно до 200 Гц, облегчая приём телеграфных сигналов [3]. Включается Т-мост замыканием между собой контактов 13 и 14 основной платы контактами переключателя SA2-3. К выходу 1ДА3 также подключен детектор системы АРУ (1ВД7, 1ВД6, 1С34).



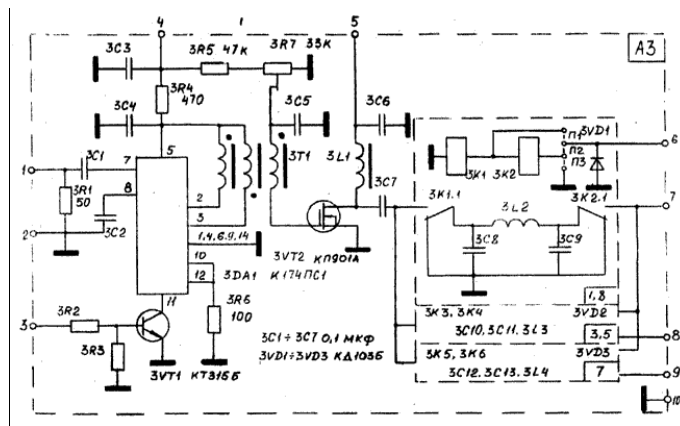
На транзисторе 1VT5 собран эмиттерный повторитель, с эмиттера которого подается напряжение АРУ на управляющие транзисторы 1VT1 и 1VT2 и на S-метр. При отпирании транзистора 1VT1 уменьшается напряжение питания микросхемы 1DA1 и соответственно снижается ее крутизна преобразования. При отпирании транзистора 1VT2 закорачивается на корпус выход ФНЧ и уровень звукового сигнала на входе УЗЧ снижается.

Перевод трансивера в режим передачи осуществляется замыканием на “корпус” провода ВКЛ.ТХ (разъем XS2, рис.1). Реле 4K1 срабатывает, подключая антенну к выходу усилителя, мощности и подавая напряжение питания на соответствующие узлы. На основной плате срабатывает реле 1K1-1K4. Напряжение опорного генератора теперь подается на смеситель 1DA1, ГПД подключен к смесителю 1DA2. В режиме работы SSB на электретный микрофон через контакты переключателя SA2.1 подается напряжение питания. Сигнал с микрофона поступает на основную плату. Для снижения уровня высокочастотных наводок на тракт передачи на входе смесителя 1DA1 установлен фильтр низкой частоты 1C2, 1L1, 1C5. Благодаря высокой крутизне преобразования микросхемы уровень сигнала, поступающий с электретного микрофона, вполне достаточен для нормального формирования SSB сигнала. Точная балансировка смесителя, при которой происходит максимальное подавление сигнала опорной частоты, осуществляется резистором 1R1. Выход смесителя нагружен на ЭМФ, который выделяет сигнал нужной боковой полосы. Во втором смесителе 1DA2 сформированный SSB сигнал на частоте ПЧ преобразуется в сигнал нужного любительского диапазона. Выход смесителя нагружен на ДПФ через согласующий широкополосный трансформатор 1T4. Для максимального подавления сигнала ГПД на выходе трансивера служит балансирующий резистор 1R7. Разбалансировка смесителя обычно проявляется на диапазоне 40 м, где сигнал ГПД на выходе подавляется полосовыми фильтрами незначительно.

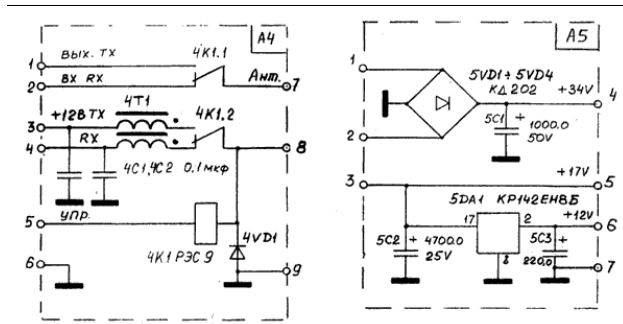
Отфильтрованный сигнал поступает на выход основной платы и далее - в усилитель мощности (блок А3). В режиме передачи система АРУ не работает - питание на транзистор 1VT5 не подается. На управляющий транзистор системы АРУ 1VT2 подается отпирающее напряжение и вход УЗЧ блокируется. В режиме работы “CW” - напряжение питания на микрофон не подается. При нажатии на телеграфный ключ, подключенный к разъему XS4, сигнал телеграфного генератора через конденсатор связи 1C10 подается на вход ЭМФ. Телеграфный генератор работает на частоте, попадающей в полосу пропускания 1Z1. В режиме “НАСТРОЙКА” контактами переключателя SA2.2 заземляется точка 17 основной платы. При этом срабатывает коммутационное реле 4K1, трансивер переходит в режим передачи и включается телеграфный генератор.



ГПД трансивера (рис.3) содержит три генератора, каждый для соответствующего диапазона, которые собраны на двухзатворных полевых транзисторах по схеме индуктивной трехточки. Стоки всех трёх транзисторов объединены. Включение необходимого генератора производится подачей положительного потенциала на второй затвор полевого транзистора. Сигнал с общей нагрузки R8 усиливается буферным усилителем на 2VT4, который имеет два выхода - один для подачи на основную плату, второй - для подключения к цифровой шкале.



Усилитель мощности - двухкаскадный (рис.4). Первый каскад собран на ИМС К174ПС1 (3DA1). В данном включении микросхема используется как усилитель радиочастоты с регулируемой коэффициентом усиления резистором R3 “МОЩНОСТЬ” (рис.1). При увеличении напряжения на контакте 3 (A3) отпирается 3VT1 и коэффициент усиления 3DA1 растёт. Оконечный каскад усилителя собран на полевом транзисторе КП901А (3VT2). Резистором 3R7 устанавливается ток покоя оконечного каскада в режиме передачи. В режиме приёма напряжение питания на первый каскад не подается, также отсутствует напряжение смещения оконечного каскада и ток потребления усилителя по цепи +34 В незначителен. Фильтрация выходного сигнала усилителя осуществляется однозвенным ФНЧ, подключаемым с помощью реле. Отфильтрованный сигнал усилителя через коммутационное реле 4K1 поступает на антенный разъем. Для управления работой внешнего усилителя мощности напряжение +12В TX выводится на разъем XS2. На плате А5 (рис.6) формируются все необходимые для работы трансивера напряжения питания: +34 В для оконечного каскада усилителя мощности; +17 В для включения реле (при необходимости) и стабилизированное +12 В.



Для коммутации реле в этом случае используется напряжение +17 В с контакта 5 платы стабилизатора. Как показал опыт, напряжения такой величины вполне достаточно для надёжного срабатывания реле. При использовании реле 12-вольтовой серии (сопротивление обмоток 270 Ом) они включаются последовательно по два, и на платах А1 и А3 устанавливаются перемычки П2. В этом случае для коммутации реле применяют напряжение +12 В. Реле 4К1 - РЭС9, паспорт РС4.524.202 (вполне можно использовать любое подходящее реле с двумя группами переключающих контактов).

Постоянные резисторы - типа С1-4, С2-23, МЛТ, подстроечные резисторы - СПЗ-38Б, переменные -СП4-1. В качестве 1Z1 вместо ЭМФ-9Д-500-3В можно применить ЭМФДП-500В-3.1. Можно применить также ЭМФ с рабочей нижней боковой полосой, изменив соответственно частоты ГПД. Прибор Р1 - микроамперметр с током полного отклонения 50 -100 мкА. Микрофон ВМ1 - электретный. При использовании динамического микрофона может потребоваться применение дополнительного микрофонного усилителя, так как ЭДС динамического микрофона меньше, чем у электретного.

Сетевой трансформатор должен иметь габаритную мощность не менее 50 Вт и обеспечивать во вторичной обмотке 2х13 В переменного напряжения при токе 1,5 А.

Трансформаторы 1Т1-1Т4, 2Т1 и 3Т1 изготавливаются на ферритовых кольцах К7х4х2 проницаемостью 600-1000 НН. Обмотки 1Т1-1Т3 наматываются в два провода и содержат 2х20 витков ПЭВ 0,2. 1Т4, 2Т1 и 3Т1 содержат 3х20 витков такого же провода. 4Т1 изготавливается на ферритовом кольце К10х6х3 и содержит 2х20 витков провода ПЭВ 0,35.

Дроссель 1Л1 - стандартный ДМ-0,1-100 мкГн, 3Л1 Д-0,6-20 мкГн. 1Л3 изготовлена на бронеовом сердечнике СБ-9 и содержит 60 витков ПЭВ 0,12.

Катушки ДПФ приёмопередающего тракта наматываются на полистироловых каркасах диаметром 5 мм с подстроечными сердечниками проводом ПЭВ 0,12, Данные ДПФ приведены в табл.1.

Катушки ГПД изготавливаются на керамических каркасах диаметром 10 мм проводом ПЭВ 0,8. Данные контуров ГПД приведены в табл.2.

160м	1С43.1С45 - 680 пФ	1С44-68пФ	1Л2,1Л3-9+35 витков
80 м	1С46,1С46 - 270 пФ	1С47-27пФ	1Л4,1Л5-7+26 витков
40 м	1С49.1С51 - 180 пФ	1С50- 12 пФ	1Л6.1Л7-5+20 витко

160м	2С7 - 470 пФ	2Л1 - 8+42 витков
80 м	2С8 - 270 пФ	2Л2 - 5+30 витков
40 м	2С9 -180ПФ	2Л3 - 4+20 витков

160м	3С8,3С9 - 4700 пФ	3Л2 - 8 витк.
80м	3С10,3С11- 2200 пФ	3Л3 - 6 витк.
40м	3С12,3С13 - 1000 пФ	3Л4 - 4 витк.

Диапазон	Частота трансивера	Частота ГПД
160 м	1700-2000 кГц	2200 - 2500 кГц
80м	3500-3800 кГц	4000 - 4300 кГц
40 м	7000-7100 кГц	7500 - 7600 кГц

Настройка основной платы.

Прежде всего необходимо убедиться в работе опорного генератора, подключив щуп осциллографа к эмиттеру транзистора 1VТ3, ДПФ лучше всего настраивать отдельно при помощи измерителя частотных характеристик. При отсутствии такого прибора можно подать на вход трансивера сигнал радиочастотного генератора и настроить фильтры по максимальной громкости приёма в рабочей полосе частот. После настройки полосовых фильтров подстройкой конденсаторов 1С9, 1С12 добиваются максимального коэффициента усиления по ПЧ.

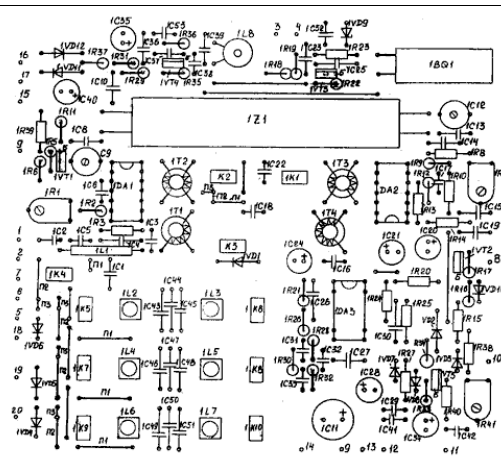
Переведя трансивер в режим передачи, балансируют модулятор DA1 резистором 1R1 по максимуму подавления, сигнала опорной частоты. Контроль балансировки лучше всего производить осциллографом либо высокочастотным милливольтметром на выходе ЭМФ. Подключив осциллограф на выход основной платы (контакт 7), в диапазоне 40 м балансируют смеситель DA2 по максимальному подавлению сигнала ГПД резистором 1R7. После этого подают на микрофонный вход трансивера сигнал частотой 800 -1000 Гц и уровнем 20 - 30 мВ и контролируют наличие радиочастотного сигнала на выходе основной платы с уровнем 30 - 50 мВ на всех трёх диапазонах.

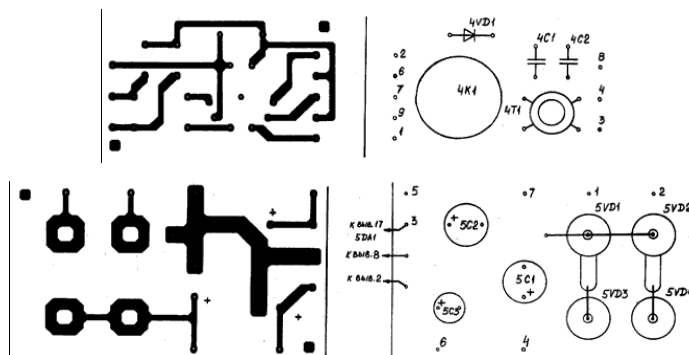
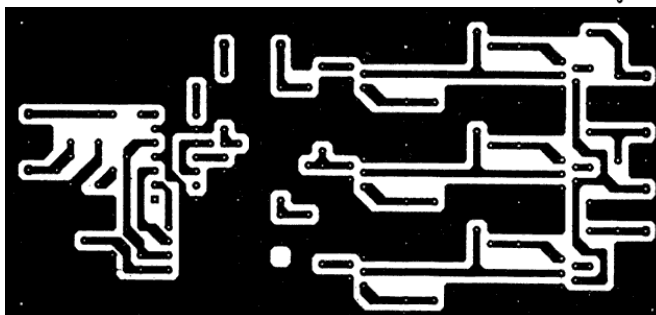
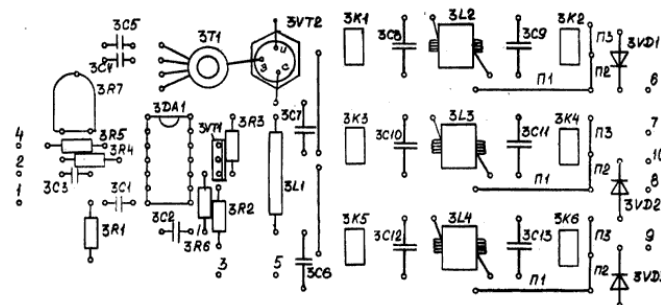
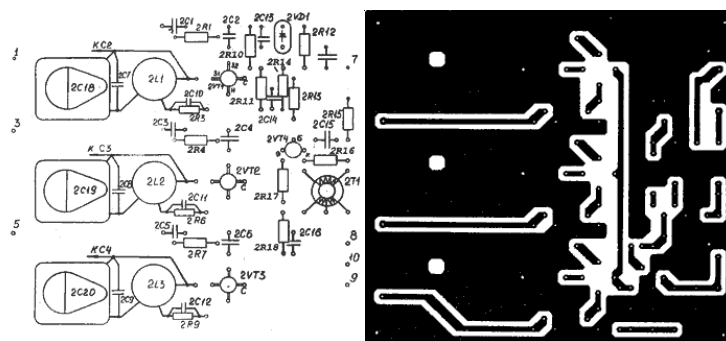
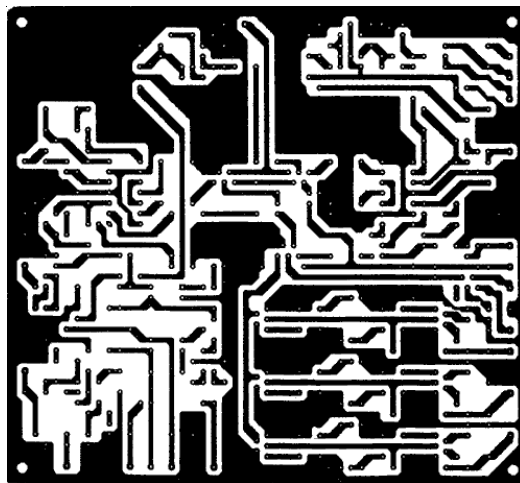
Проверяют работу телеграфного генератора, для этого переводят трансивер в режим "Настройка". Подключив частотомер через конденсатор небольшой емкости к эмиттеру транзистора 1VТ4, измеряют частоту генератора. Подстройкой 1Л8 устанавливают частоту генерации в пределах 500,08 - 500,1 кГц. При необходимости подбором величины 1R29 устанавливают такой уровень напряжения генератора, при котором не наступает ограничения сигнала в передающем тракте.

Ток покоя передающего каскада устанавливают без подачи на вход платы А3 радиочастотного сигнала. Подают напряжение питания на предоконечный и оконечный каскад и регулировкой резистора 3R7 устанавливают ток покоя выходного транзистора в пределах 200-220 мА. Потребляемый ток каскада контролируют, подключив миллиамперметр в разрыв питающего провода по цепи +34 В.

Подключив к выходу основной платы усилитель мощности (А3) и подав на микрофонный вход трансивера сигнал звуковой частоты 800 Гц с уровнем 20 - 30 мВ, в режиме передачи SSB проверяют выходную мощность трансивера. Она должна быть в пределах 5 - 8 Вт при максимальном коэффициенте усиления передающего тракта на любом из диапазонов. При необходимости подбирают количество витков индуктивностей выходных фильтров передатчика.

Калибровку S-метра трансивера производят в собранной и отлаженной конструкции по общепринятой методике с помощью радиочастотного генератора. Регулировкой 1R41 можно сместить диапазон индицируемых значений в большую либо меньшую сторону.





Трансвер собран в корпусе из дюралюминия, разделённом на отсеки. Усилитель мощности устанавливается на задней стенке, одновременно служащей теплоотводом. Микросхема стабилизатора 5DA1 также крепится к задней стенке трансивера.