

УКВ ЧМ приемник с синтезатором частоты



- Диапазон принимаемых частот 65 – 108 мгц
- Шаг перестройки 10 кгц
- Промежуточная частота 10,7 мгц
- Количество фиксированных настроек 31
- Напряжение питания 5 в
- Потребляемый ток 30 ма
- Простая и удобная настройка на станции
- Цифровая индикация частоты
- Высококачественное звучание

Несмотря на обилие в продаже промышленных радиоприемников, интерес к их конструированию среди радиолюбителей не снижается. Особенно популярны радиовещательные приемники УКВ ЧМ диапазона. Однако в XXI веке ситуация на УКВ в России кардинально изменилась – появился второй диапазон, резко выросло количество станций и еще более резко увеличился объем рекламы в передачах.

Промышленные же модели доступных по цене УКВ ЧМ приемников обычно имеют плавную перестройку по диапазону с помощью конденсатора переменной емкости, в лучшем случае 3-4 фиксированные настройки. Да и чувствительность массовых моделей оставляет желать лучшего. Количество же станций в крупных городах измеряется уже десятками, а уровень сигнала в условиях многоэтажной застройки может сильно изменяться даже если просто приблизиться к антенне приемника.

Вот и приходится слушателям потреблять хрипящую и скрипящую "долгожданную рекламу", ведь чтобы перестроиться на другую станцию, нужно твердой рукой, точно и аккуратно вращать ручку настройки. Почти как много лет назад, выискивая на коротких волнах "Голос Америки".

Есть, конечно, и высококачественные музыкаль-

ные центры, способные удовлетворить самого взыскательного слушателя. Они имеют достаточное количество фиксированных настроек, что позволяет быстро переключать программы. Однако и эта категория аппаратуры имеет, на мой взгляд, один существенный недостаток (кроме цены, разумеется). Обилие кнопок и символов с самыми нужными и простыми, по мнению разработчиков, но совершенно неожиданными и непредсказуемыми, по мнению пользователей, функциями, делает практически невозможным изменение параметров, а особенно, предварительных настроек без основательного изучения заводской инструкции. А количество станций растет, и настройки приходится иногда изменять... Для людей, неискушенных в радиотехнике, в первую очередь для женщин, задача может стать практически невыполнимой даже при наличии хорошо иллюстрированной инструкции на родном языке.

Предлагаемый УКВ ЧМ приемник наряду с развитыми сервисными функциями имеет простое и интуитивно понятное управление, высокую чувствительность, избирательность и помехоустойчивость. Возможно программирование 31 фиксированной настройки на любые радиостанции в диапазоне 65...108 МГц. Питание всех блоков, кро-

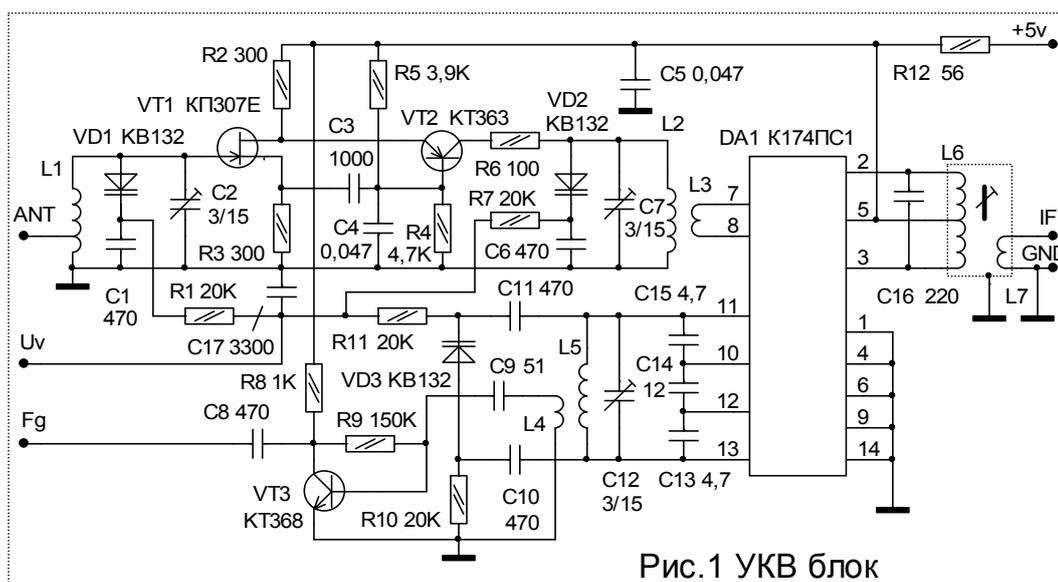


Рис.1 УКВ блок

ме УНЧ, осуществляется от одного источника 5 В, потребляемый ток – менее 30 мА. У автора приемник эксплуатируется на кухне вместо "трехпрограммника", однако вполне может послужить основой для автомобильного или переносного приемника, а также работать в составе радиоконфлекса.

Приемник собран по классической схеме с промежуточной частотой 10,7 МГц и состоит из нескольких функционально законченных блоков. Сигнал из антенны поступает на вход блока УКВ,

схема которого показана на рис. 1.

Основа блока – широко распространенная микросхема К174ПС1. Необходимая чувствительность и избирательность по зеркальному каналу обеспечивается резонансным услителем на VT1, VT2. Благодаря применению варикапов типа КВ132 блок перекрывает диапазон частот 65...108 МГц при изменении управляющего напряжения в пределах всего 1...4 В. Из особенностей схемы следует также отметить наличие буферного усилителя сигнала гетеродина на VT3. Сигнал ПЧ выделяется на контуре L6, C16 и через катушку связи L7 подается на вход усилителя промежуточной частоты.

УПЧ и демодулятор (рис. 2) выполнены на микросхеме К174ХА6 в типовом включении.

Без особого ущерба для качества работы можно использовать и более распространенную К174УР3, включив ее по типовой схеме. В этом случае придется немного изменить конфигурацию дорожек печатной платы блока. Пьезофильтры ZQ1 и ZQ2 на частоту 10,7 мГц

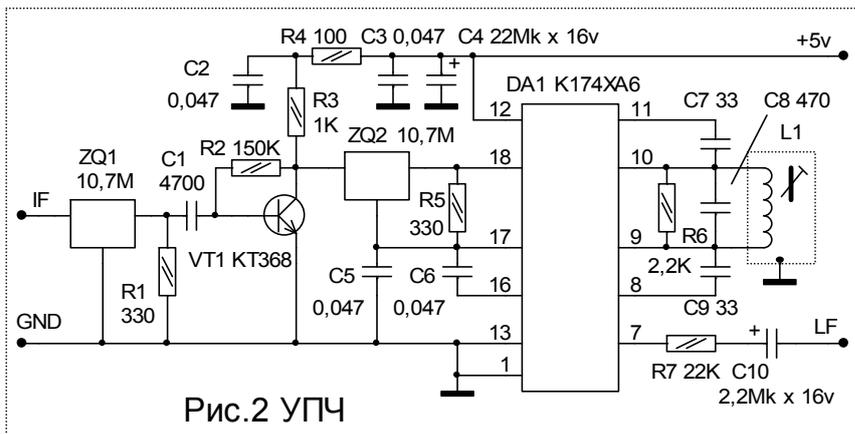


Рис.2 УПЧ

обеспечивают необходимую избирательность по соседнему каналу.

Демодулированный сигнал с выхода блока через регулятор громкости поступает на УНЧ, выполненный на микросхеме К174УН14 (рис. 3). Кроме собственно УНЧ, в этот блок входит также и стабилизатор на 5в для питания приемника.

Высокая стабильность настройки приемника обеспечивается благодаря применению синтезатора частоты на основе 1508ПЛ1.

Схема синтезатора показана на рис. 4. Сигнал гетеродина блока УКВ через буферный усилитель поступает на вывод 10 DA1. Управляющее напряжение формируется на выводах 12, 13 и через фильтр НЧ R5, R6, R7, C9, C10 подается на варикапы для перестройки по диапазону. В коллекторную цепь VT1 включен светодиод, размещенный на передней панели приемника, который индицирует захват частоты синтезатором. Код, определяющий частоту настройки, загружается в синтезатор через выводы 2, 3, 4 DA1 с блока управления.

Схема блока управления показана на рис. 5. Его основа – микроконтроллер PIC16F84. Для перестройки по диапазону в приемнике использован валкодер. Подобная система настройки широко применяется в связной аппаратуре КВ диапазона, но, очевидно, вследствие своей сложности, редко используется в бытовой аппаратуре. Конструкция валкодера, разработанная автором, проста и доступна для по-

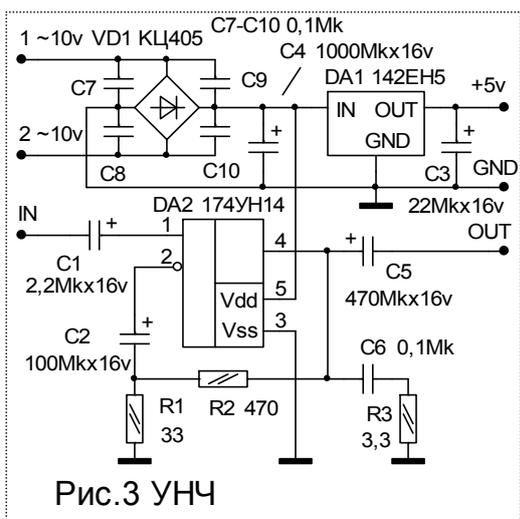


Рис.3 УНЧ

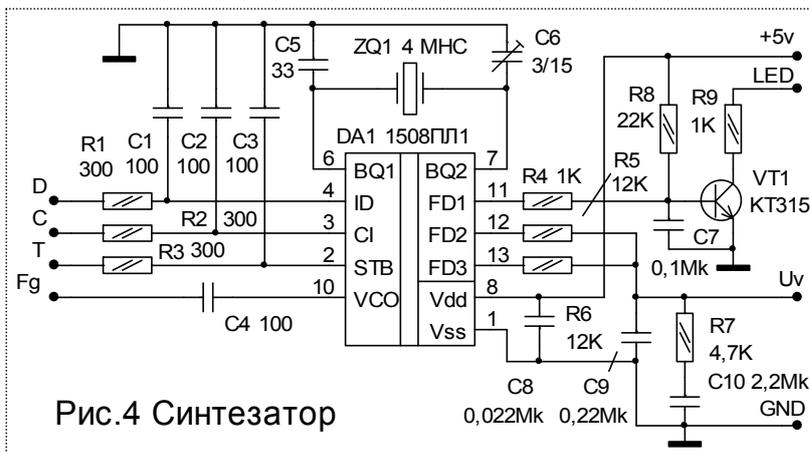


Рис.4 Синтезатор

вторения в домашних условиях. Более подробно она будет описана ниже. Сигналы с валкодера преобразуются в прямоугольные импульсы двумя компараторами на операционном усилителе К1401УДЗ. Резисторы R6 и R8 создают небольшую положительную обратную связь, исключаящую дребезг на фронтах импульсов.

Кроме валкодера, управление настройкой приемника осуществляется с помощью четырех кнопок: UP, DOWN, MEMORY, SERVICE. Номер принимаемого канала и частота настройки отображаются на 10-разрядном ЖКИ индикаторе с встроенным микроконтроллером HT1613.

Индикатор использован один из самых дешевых и распространенных – от телефонов с АОН. К сожалению, он не имеет собственного названия и разные производители называют его по своему, например, встречается обозначение КО-4В. Неизменным остается только его встроенный контроллер HT1613. Эта марка иногда наносится на плату индикатора. Нумерация выводов также может различаться у разных производителей, но их наименования обычно не меняются. Разве что вывод SK может быть обозначен как СК или CLK.

Питание индикатора осуществляется от стабилизатора +1,5 В на R13, HL1. Светодиод HL1 красного цвета свечения используется в качестве стабилизатора. Лучше его зашунтировать блокировочным конденсатором 0,047...0,1 мкф, т.к. некоторые ин-

дикаторы без него не работают. Эта особенность выявилась при повторении приемника радиолюбителями с использованием индикаторов различных фирм, поэтому на оригинальной схеме и печатной плате этот блокировочный конденсатор не показан.

Приемник может работать в двух режимах: «Работа» и «Настройка». Их переключение происходит при нажатии на кнопку SERVICE. После включения питания устанавливается режим «Работа» и приемник настраивается на канал "по умолчанию". Это может быть любой канал с 1 по 31, выбранный пользователем. Например, если любимая радиостанция работает на частоте 102,3 МГц и запрограммирована на 13 канал, на индикаторе после включения приемника отобразится следующая информация: **13--102300**. Нажимая на кнопки UP или DOWN можно мгновенно перестроиться на 14 или 12 канал соответственно.

При вращении валкодера также происходит перестройка с одного канала на другой в сторону увеличения или уменьшения. Плотность настройки в данной конструкции - примерно 14 каналов на 1 оборот, т.е. все каналы можно пройти менее, чем за 3 оборота ручки настройки. Таким образом, процесс перестройки со станции на станцию практически не отличается от привычного, за одним исключением. Станции могут быть запрограммированы в любом порядке, независимо от их рабочих частот, например, 102,3 МГц; 65,85 МГц; 72,91 МГц и т.д.

Переход со станции на станцию осуществляется практически мгновенно и нет необходимости точно подстраиваться. Достаточно не глядя повернуть ручку настройки, и приемник перестроится на другую станцию, причем настройка будет точной, а звук чистым и качественным без хрипов и скрипов, свойственных популярным приемникам на 174ХА34.

При нажатии на кнопку MEMORY канал, на который был настроен приемник, становится "каналом по умолчанию". Именно на него будет в дальнейшем настраиваться приемник после включения питания. Успешное выполнение операции подтверждается кратковременным появлением в 3 и 4 разрядах индикатора символов: **PP**.

Программирование предварительной настройки на каналы осуществляется в режиме «Настройка». Для входа в этот режим следует нажать на кнопку SERVICE. При этом в 3 и 4 разрядах индикатора вместо символов "--" будут индцироваться символы: **LL**. После этого, нажимая на кнопки UP или DOWN следует выбрать номер канала и настроиться на желаемую станцию, вращая ручку валкодера. При вращении будет осуществляться плавная перестройка по диапазону в пределах 65...108 МГц с шагом 10 КГц. Настроившись на станцию, следует нажать на кнопку MEMORY. Затем, аналогично, можно запрограммировать следующий канал, выбрав его номер кнопками UP или DOWN. Запрограммировав все радиостанции следует еще раз нажать на кнопку SERVICE для выхода из

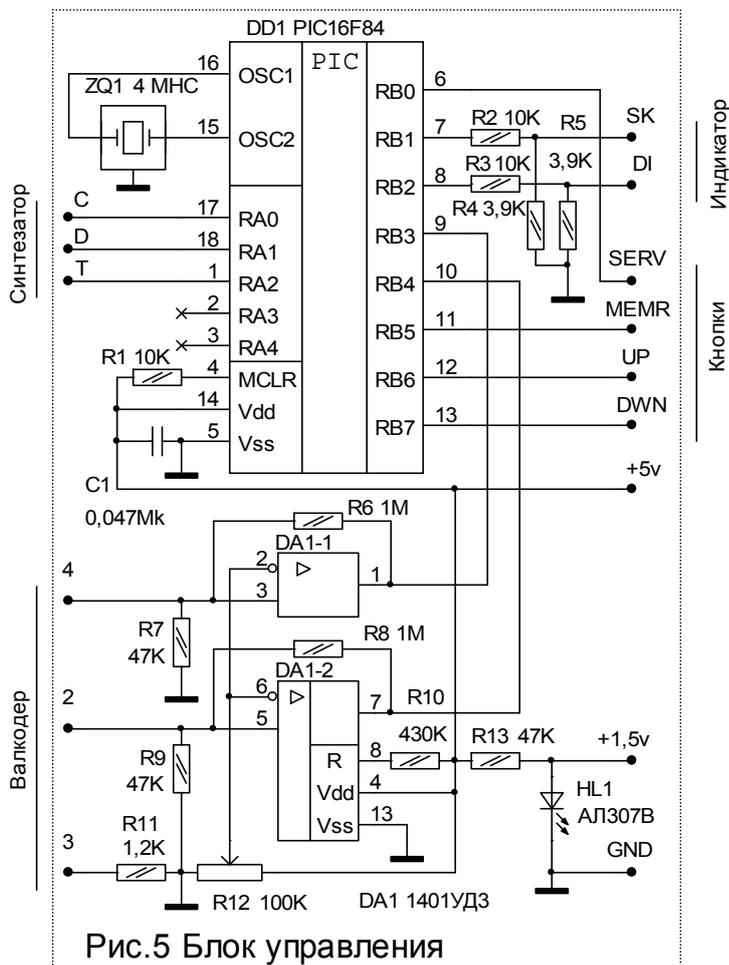


Рис.5 Блок управления

режима настройки.

Как видите, все просто и логично. Если нанести на кнопки соответствующие надписи на родном языке, пользоваться приемником сможет даже ребенок. В особо тяжелых случаях, если приемником будут пользоваться женщины, кнопки следует сделать небольшого размера и разместить так, чтобы они не привлекали внимания. А основным органом управления пусть будет валкодер.

Следует отметить одну важную особенность в работе микроконтроллера блока управления. При работе приемника контроллер загружает код частоты в синтезатор и посылает необходимую информацию на индикатор. После этого, если пользователь не нажимает ни одну из кнопок и не вращает валкодер, делать контроллеру нечего, кроме как ожидать активности радиослушателя. Поэтому, с целью снижения уровня помех и потребляемого то-

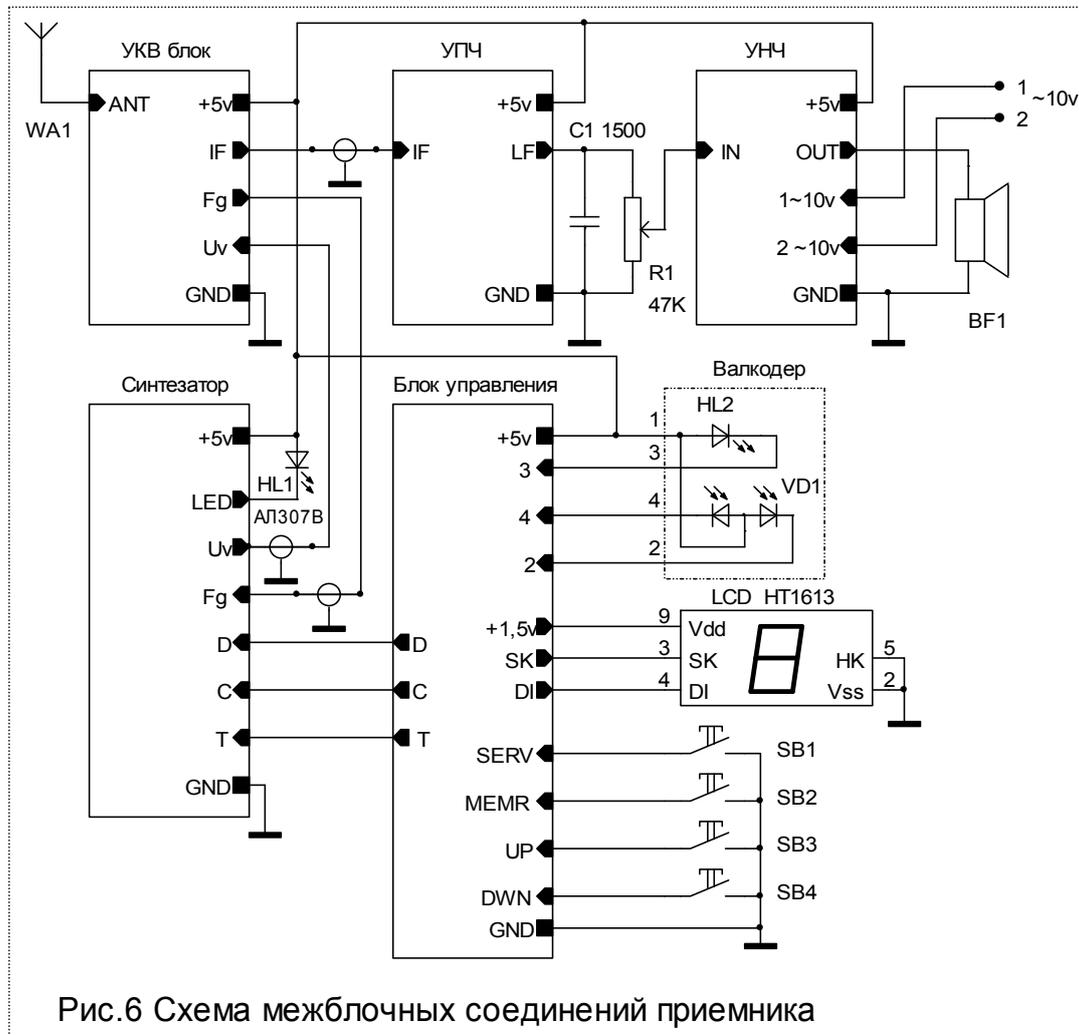


Рис.6 Схема межблочных соединений приемника

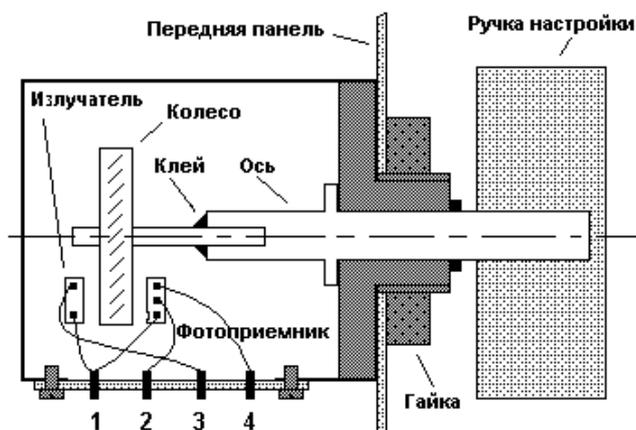


Рис.7 Валкодер

ка, программа в этой ситуации переводит микроконтроллер в режим «SLEEP», отключая тактовый генератор и полностью приостанавливая работу PIC. Выход из этого режима осуществляется по прерыванию при любой манипуляции с кнопками или валкодером. Почему-то подобный эффективный прием улучшения электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств редко используется в любительских и профессиональных разработках.

Конструкция валкодера понятна из рис. 7. Диск с прорезями, излучатель и фотоприемник использованы от отслужившей свой срок компьютерной мышки фирмы MITSUMI. Диск имеет 43 прорези, что обеспечивает 86 импульсов на оборот. При шаге 10 КГц плотность настройки получается 860 КГц на оборот. Для остальных конструктивных элемен-

тов валкодера наверняка что-нибудь найдется в "ящике с хламом", который есть у каждого радиолюбителя. При сборке излучатель и приемник должны быть расположены точно также, как они располагались в мышке. Крепящаяся они за счет пайки выводов жестким проводом к контактным площадкам. Вся конструкция должна быть закрыта светонепроницаемой крышкой.

От той же самой мышки использован и керамический резонатор на 4 МГц в блоке управления. Может возникнуть вопрос, а нельзя ли использовать сигнал тактового генератора PIC контроллера в качестве опорного для синтезатора частоты? Нет, нельзя. Те, кто внимательно читал статью, знают, почему. Если очень туго с кварцами, можно попробовать использовать сигнал 4 МГц с синтезатора в качестве тактового для PIC или использовать RC генератор контроллера, но на практике эти варианты не проверены.

Все детали высокочастотных блоков приемника должны быть малогабаритными, иметь выводы минимальной длины. Неполарные конденсаторы – керамические, с малыми потерями, например, типа КМ. Варикапы типа КВ132 должны иметь одинаковые параметры. Это условие выполнить не сложно, ведь обычно варикапы этого типа продаются уже подобранные по параметрам в полиэтиленовых пакетиках в комплекте по 3 штуки. Именно такие и следует приобретать. С варикапами других типов не удастся получить требуемое перекрытие по частоте. Полевой транзистор КП307Е можно заменить на КП303А,Б или другой с напряжением отсечки не более 1,5 В. Вместо операционного усилителя 1401УД3 можно применить любой сдвоенный, способный работать от однополярного источника 5 В. В блоке УПЧ блокировочный конденсатор С3 должен быть подпаян непосредственно к выводам 1 и 12 микросхемы DA1 со стороны печатных провод-

ников. Номинал резистора R7 уменьшать не следует. При несоблюдении этих условий УПЧ может работать неустойчиво. Микросхема синтезатора 1508ПЛ1 устанавливается со стороны печатных проводников. Будьте внимательны при распайке выводов!

Все блоки приемника закрепляются с помощью металлических стоек на токопроводящем экране, например, на листе алюминия или фольгированного гетинакса. Общий провод каждого блока должен иметь электрический контакт с этим экраном непосредственно около блока. При несоблюдении этого условия возможно появление помех от синтезатора.

Налаживание приемника следует начинать с блока УПЧ, которое заключается в установке коллекторного тока транзистора VT1 в пределах 2...2,5 МА и настройке контура L1, С8 на среднюю частоту полосы пропускания пьезофильтров.

Наиболее тщательно следует подойти к наладке блока УКВ, т.к. от этого будет зависеть чувствительность приемника. Токи всех транзисторов также должны быть в пределах 2...2,5 МА. Первоначально напряжение настройки следует подать с дополнительного переменного резистора, а к выходу сигнала гетеродина Fg подключить частотомер. Вращая конденсатор С12 и сжимая или растягивая витки катушки L5 нужно установить диапазон перестройки гетеродина 75...120 МГц при изменении напряжения настройки в пределах 1...4 В. При этом конденсатор С12 не должен оказаться в положении минимальной емкости. При необходимости следует изменить число витков L5. После настройки витки катушки заливаются парафином и вновь контролируется диапазон перестройки гетеродина. Т.к. индуктивность катушки немного изменится, возможно, потребуется вновь растянуть витки или уменьшить их количество, расплавив парафин паяльником.

Намоточные данные катушек				
Обозначение	Число витков	Провод	Каркас	Примечание
L1 (блок УКВ)	2 + 7	ПЭВ-2 0,31мм	Бескаркасная, на оправке диаметром 3 мм	2 витка со стороны "земли"
L2	10			Между витками L2, в средней части.
L3	4			На одной оси с L5, с торца
L4	2			
L5	9			
L6	6 + 6	ПЭВ-2 0,31мм	Полистироловый, диаметром 5мм от контуров КВ с подстроечником Ф-100, в экране	Намотка в 2 провода
L7	5	ПЭВ-2 0,1мм		Поверх L6 в средней части
L1 (блок УПЧ)	6	ПЭВ-2 0,31мм		

Затем следует провести сопряжение настроек всех контуров блока УКВ. В нижней части диапазона это делается путем сжатия или растяжения витков катушек L1 и L2, а в верхней – с помощью конденсаторов C2 и C7. Эту операцию можно выполнить непосредственно по сигналам радиостанций, добиваясь равномерной чувствительности по диапазону. После настройки катушки также необходимо залить парафином и вновь проконтролировать, а при необходимости, подкорректировать сопряжение настроек. Контур L6, C18 настраивается на 10,7 МГц.

Чувствительность УНЧ (рис. 3) можно изменить, подбирая номинал R1. В блоке синтезатора (рис. 4) следует проконтролировать частоту опорного кварцевого генератора, подключив частотомер через конденсатор емкостью 3.4 ПФ к выводу 6 DA1. В небольших пределах частоту можно изменять конденсатором C6. Если не удастся добиться генерации кварца точно на частоте 4 МГц, нужно применить другой кварц или смириться с небольшой погрешностью индикации частоты настройки приемника.

В блоке управления (рис. 5) необходимо проверить работу компараторов и валкодера. Вращая валкодер и наблюдая сигналы на выходах компараторов с помощью двухлучевого осциллографа или визуально, подключив к ним 2 светодиода, следует добиться симметрии полуволн и сдвига фазы между ними 90 градусов. Если этого не удастся достичь изменением положения движка R12, необходимо изменить взаимное расположение излучателя и фотоприемника валкодера.

После настройки все блоки соединяются между собой согласно рис. 6 и проверяется работа приемника в целом.

Следует отметить, что данная конструкция не может быть рекомендована в качестве первого приемника юного радиолюбителя, поэтому в описании отмечены только наиболее существенные моменты, а общепринятые методики настройки подробно не описываются.

Все платы, кроме УНЧ и блока управления, односторонние. На двух последних со стороны установки деталей есть несколько дорожек, которые, в случае необходимости, можно заменить проволоч-

ными перемычками. Первоначально предполагалось в качестве синтезатора использовать КФ1015ПЛ4, но экземпляр, с большим трудом приобретенный автором, оказался неработоспособным. А другого приобрести не удалось. Пришлось применить 1508ПЛ1, переделать плату синтезатора и переписать программу PIC контроллера. Поэтому, программа существует в 2-х вариантах – для синтезатора на 1508ПЛ1 (схема которого приведена в данном описании) и для синтезатора на КФ1015ПЛ4. Ввиду малой распространенности последнего схема и плата для него должным образом не оформлены. Подробную информацию по КФ1015ПЛ4 можно найти в журнале "Радио" №3 стр. 46 и №4 стр.41, 42 за 1999 год.

В заключение необходимо отметить, что опытные радиолюбители могут применить в данном приемнике модуль индикатора и синтезатор другого типа, переписав соответствующие подпрограммы обслуживания. Например, существует версия программы для синтезатора на SAA1057. Без труда можно изменить также диапазон рабочих частот и шаг перестройки. В ЖКИ индикаторе HT1613 имеется не использованная в данной конструкции функция часов. Для ее реализации необходимо питание индикатора осуществить от автономного источника +1,5 В и добавить несколько кнопок для установки времени. Более подробно возможности индикатора описаны в технической документации на него.

Программу для контроллера, схемы и чертежи плат в формате Orcad 9.1, а также другие дополнительные материалы к этой конструкции можно загрузить с сайта автора по адресам:

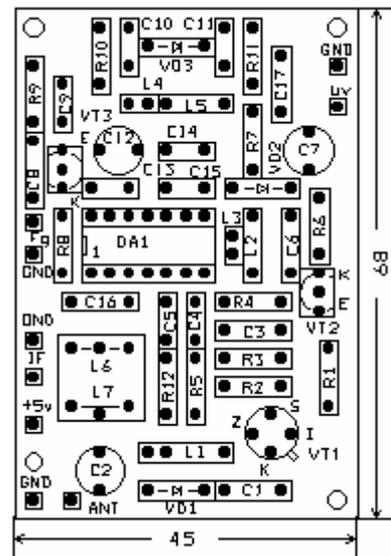
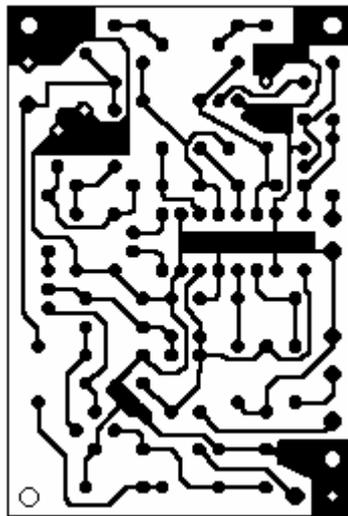
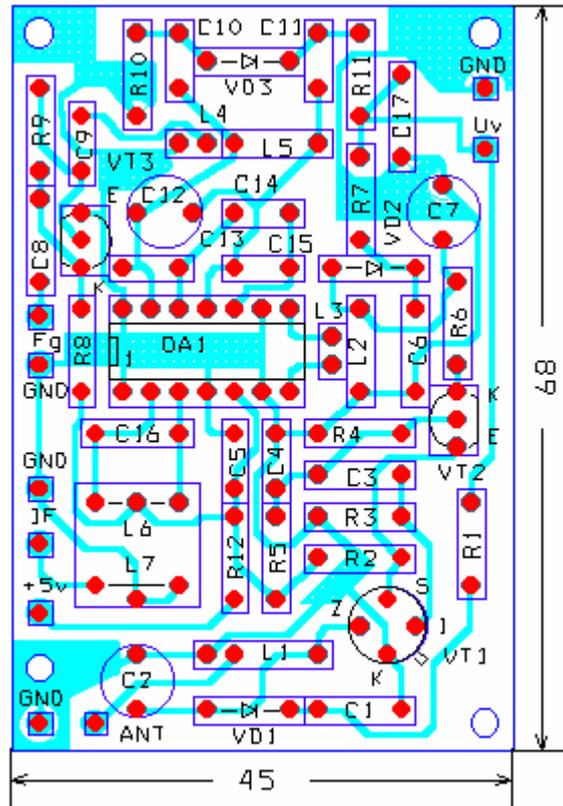
<http://ra4nal.qrz.ru>
<http://ra4nal.lanstek.ru>
<http://ra4nalr.tut.ru>

Разработка 2001 г.

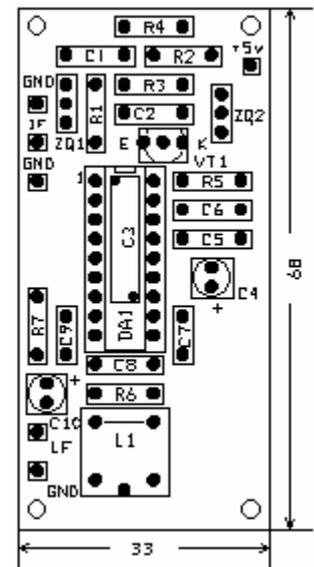
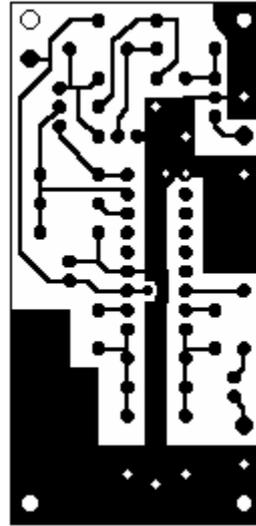
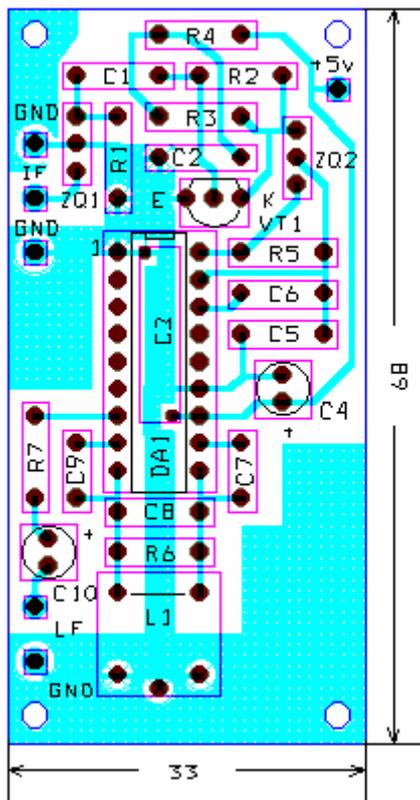
**Коммерческое использование с согласия автора.
Перепечатка со ссылкой на первоисточник.**

Приложение 1. Чертежи печатных плат приемника

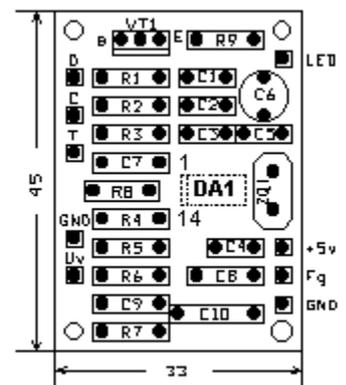
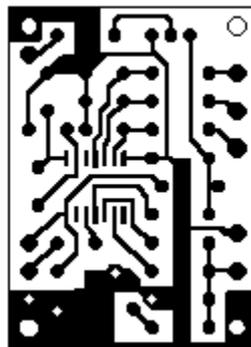
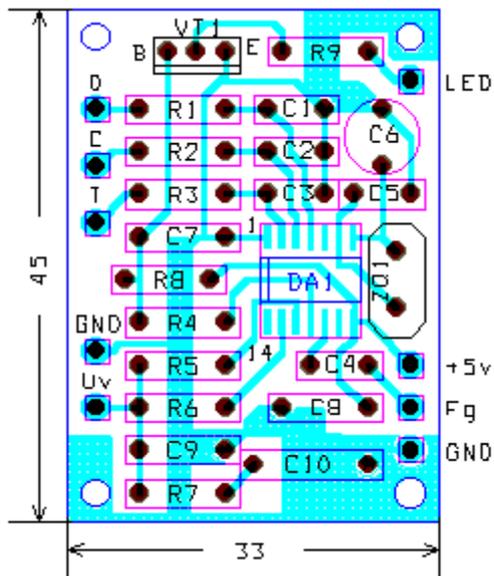
УКВ блок



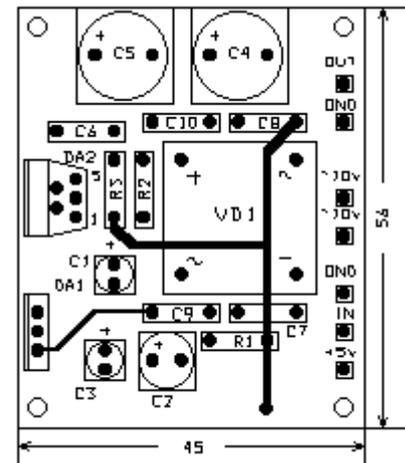
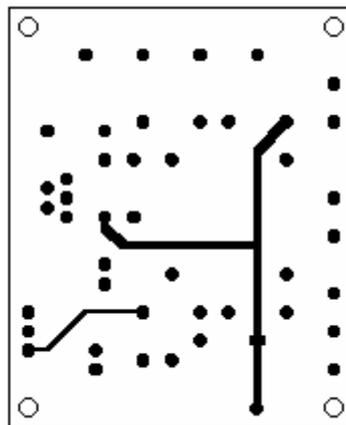
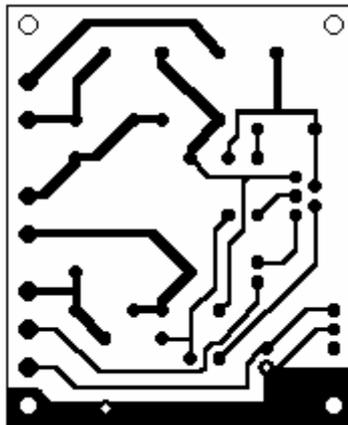
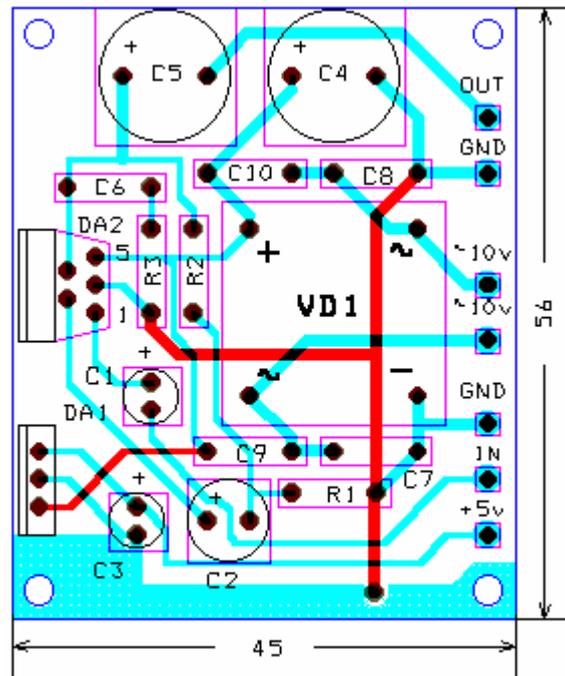
УПЧ



Синтезатор



УНЧ и блок питания



Блок управления

