

## Всеволновый SDR приемник



- Непрерывный диапазон 30 кГц ... 65 МГц
- Синтезатор частоты
- Высокая чувствительность и избирательность
- Все виды модуляции - CW, SSB, AM, FM, DRM
- Подключается к звуковой карте компьютера
- Полностью совместим с PowerSDR
- Напряжение питания ... 12 в
- SMD компоненты

Изготовив и испытав SDR приемник с кварцевым гетеродином, описанный в первой части статьи, можно приступить к его модернизации. Технология SDR как нельзя лучше пригодна для создания всеволнового приемника, который перекрывает непрерывный диапазон частот от 30 кГц до 65 МГц. Его основа – собственно приемник – описан в первой части статьи, с которой можно ознакомиться на моем сайте. Без каких либо изменений на его основе собираем теперь более совершенный всеволновый приемник, в котором заложено все необходимое для преобразования его в КВ трансивер.

### Синтезатор частоты.

В первую очередь необходимо модернизировать гетеродин. Наиболее оптимальный вариант, на мой взгляд, это синтезатор прямого синтеза (DDS). Он прост по конструкции, содержит минимум намоточных элементов и практически не требует наладки. В качестве основы синтезатора я выбрал микросхему AD9951 фирмы «Analog devices». Она способна работать с тактовой частотой до 400 МГц, что теоретически позволяет формировать сигнал с частотой до 200 МГц. В данной конструкции максимальная частота гетеродина 130 МГц. В общем, AD9951 – это разумный компромисс между ценой, простотой реализации и качеством работы. И, главное, эту микросхему можно приобрести в Интернет магазинах по разумной цене.

Принципиальная схема синтезатора показана на рис. 1. DD1 включена по типовой схеме, рекомендованной производителем. Другой схемы, наверное, и быть не может. Тактовая частота подается с генератора DD2. Его частота может быть  $400/N$  МГц, где  $N$  – коэффициент умножения тактовой частоты синтезатора. Он может быть 1 или принимать любое целое значение от 4 до 20. Обратите внимание, что этот коэффициент не может быть равен 2 или 3. Для разных коэффициентов умножения «Analog devices» рекомендует различные номиналы фильтра C3, R3 внутренней цепи ФАПЧ синтезатора:

Коэффициент умножения	R3	C3
4	0	0,1 МК
10	1К	0,1 МК
20	243 Ом	0,01 МК

Какие номиналы должны быть для промежуточных значений, выяснить не удалось. Видимо, придется подбирать экспериментально. Для получения тактовой частоты 400 МГц, а именно на нее рассчитана управляющая программа блока управления синтезатором, можно использовать кварцевые генераторы на 400, 100, 80, 40, 25 или 20 МГц. Чем меньше коэффициент умножения, тем меньше уровень побочных составляющих в спектре сигнала, поэтому, если есть возможность, нужно использовать генератор на 400 МГц. Но, учитывая, что генераторы на такую частоту довольно дорогие и дефицитные, оптимальным можно считать 100 или 80 МГц.

Противофазный сигнал с выходов синтезатора проходит через фильтр нижних частот L1...L6, C28...C41 и поступает на входы быстродействующего компаратора DA1. С выхода компаратора сигнал гетеродина подается на основную плату приемника. Номиналы элементов фильтра я не рассчитывал, взял из описания одного из вариантов подобного устройства, найденного в Интернет.

Питается синтезатор от источника питания 5 В, потребляемый ток около 100 мА. Все необходимые напряжения для его узлов стабилизируются DA2...DA6. Такое большое количество стабилизаторов с одной стороны улучшает развязку цифровой и аналоговой частей синтезатора, а с другой – уменьшает мощность, рассеиваемую каждым стабилизатором. Благодаря этому радиаторы для них не требуются.

Синтезатор смонтирован на плате из двустороннего фольгированного стеклотекстолита размером 92 x 43 мм (рис. 2). Фольга с одной стороны платы используется в качестве общего провода. С этой стороны отверстия для установки элементов раззенковываются. Фольгу над отверстиями, которые показаны на рис. 2 синим цветом, раззенковывать не нужно, это сквозные переходы, в которые необходимо запаять отрезки медного провода для соединения печатных проводников с общим проводом.

Производитель рекомендует выводы аналоговой и цифровой земли микросхемы синтезатора разводить отдельно и объединять их в одной точке. Но, учитывая, что шаг выводов микросхемы 0,5 мм, в любительских условиях это практически невоз-

можно выполнить. Поэтому, в качестве цифровой и аналоговой земли используется один общий слой фольги. Очевидно, это несколько ухудшает шумовые параметры синтезатора, но тут уж ничего не поделаешь.

Подложка микросхемы должна соединяться с землей. Для этого под микросхемой синтезатора сверлится отверстие диаметром 2,5 мм и через него,

после распайки всех выводов, между подложкой и фольгой припаивается проволочная перемычка. Это следует делать быстро и аккуратно, не допуская перегрева микросхемы.

Большинство элементов в корпусах для поверхностного монтажа. Резисторы и конденсаторы можно использовать типоразмеров как 0805, так и 1206.

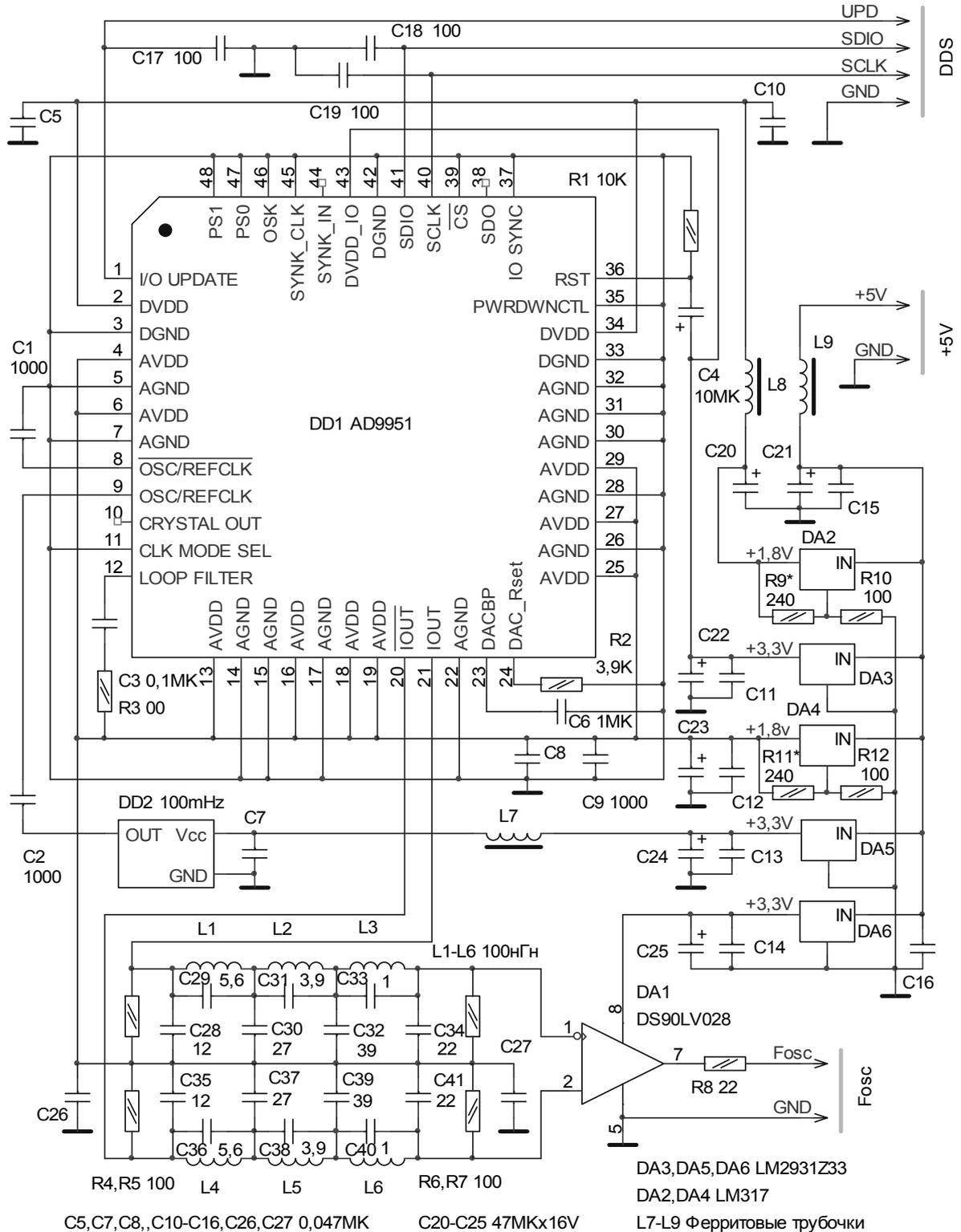


Рис. 1 Принципиальная схема синтезатора

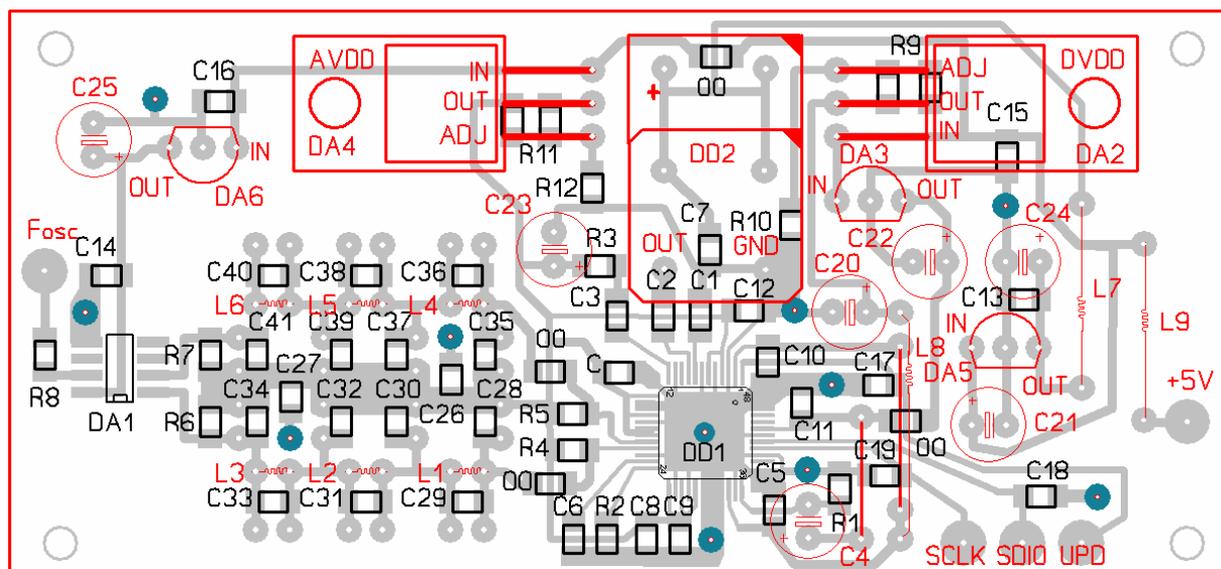


Рис. 2. Печатная плата синтезатора (вид со стороны монтажа)

Все намоточные изделия, электролитические конденсаторы и стабилизаторы монтируются обычным образом, в отверстия. DA1 в корпусе SO8. Учитывая, что емкости в единицы пикофард в SMD корпусах довольно дефицитны, плата разработана с учетом возможности использования конденсаторов фильтра C28...C41 как SMD, так и обычных. Катушки L1...L6 бескаркасные, мотаются на оправке диаметром 4 мм и содержат по 5 витков провода ПЭВ-2 диаметром около 0,35 мм. После намотки витки нужно слегка растянуть так, чтобы общая длина катушки была 2,5 мм.

Желательно после монтажа синтезатора снять частотную характеристику фильтра и более точно подобрать индуктивности для достижения частоты среза около 130...140 мГц. Но, на таких высоких частотах в любительских условиях довольно сложно выполнять точные измерения, поэтому можно ограничиться контролем наличия выходного сигнала гетеродина во всем диапазоне частот до 130 мГц.

В качестве синтезатора можно использовать AD9951/52/53/54. Компаратор DS90LV028 с незначительным изменением конфигурации печатных проводников можно заменить на DS90LV048, который содержит 4 компаратора. Можно найти аналогичные быстродействующие компараторы производства других фирм, но все они более дефицитны.

Настройка заключается в установке напряжения на выходе DA2 и DA4 1,8 В подбором резисторов R9 и R11 соответственно. Можно запаять по два резистора параллельно. Сделать это лучше до монтажа дорогостоящей микросхемы синтезатора на плату.

Синтезатор управляется по трем линиям UPD, SDIO и SCLK. Учитывая, что микросхема синтезатора дорогая, а перепаять ее на другую плату довольно сложно, блок управления собран на отдельной плате. Это сделано для того, чтобы при необходимости его можно было легко заменить, соответственно изменив интерфейс управления

приемником. Например, с другим блоком управления можно применить данный синтезатор в аналоговом приемнике или трансивере с управлением частотой валкодером.

Следует учитывать, что линии управления синтезатором очень чувствительны к наводкам, поэтому они должны иметь минимальную длину и их нужно экранировать. Можно использовать плоский кабель, оставляя между сигнальными линиями по соединенному с землей проводнику.

### Блок управления синтезатором.

В качестве управляющей программы для приемника выбрана PowerSDR, последняя версия которой всегда свободно доступна на сайте компании FlexRadio Systems <http://www.flex-radio.com>. Она является программной основой трансиверов FlexRadio для прямого декодирования и модуляции радиосигналов.

Программа имеет удобный пользовательский интерфейс, визуальную настройку на сигналы радиостанций, позволяет различными способами выводить НЧ сигнал, в том числе и с помощью виртуального звукового кабеля. Данное программное обеспечение является наиболее сложным и многофункциональным среди других программных продуктов, максимально использует вычислительные мощности персонального компьютера и возможности звуковой карты.

Программа используется с трансиверами SDR-1000 и всеми модификациями Flex-5000. Кроме трансиверов она работает с широким спектром радиоприемных устройств заводского или любительского изготовления. В первые годы своего существования компания «FlexRadio» не делала секретов из своих разработок, схемотехника и программное обеспечение были полностью открытыми. Оригинальную схему трансивера SDR-1000 можно и сейчас скачать с сайта компании. К чести «FlexRadio» следует отметить, что программа PowerSDR так и

осталась свободно доступной, включая и ее исходный текст.

Трансивер SDR-1000 серийно выпускался с 2002 по 2007г., его синтезатор был выполнен на основе микросхемы AD9854 фирмы «Analog Devices», управление осуществлялось через LPT порт. В настоящее время появились более совершенные синтезаторы, с меньшим энергопотреблением и большей тактовой частотой, поэтому повторять синтезатор на AD9854 не имеет смысла. Кроме того, эта микросхема довольно дорогая, да и распаять корпус на 80 выводов с шагом 0,5 мм достаточно сложно. Поэтому я выбрал AD9951, которая имеет существенно меньшее энергопотребление, может работать без радиатора и выпускается в корпусе с 48 выводами.

Ориентироваться на управление через LPT порт в настоящее время нецелесообразно, т.к. он практически исчез из стандартной конфигурации компьютера. К счастью, появились разработки конвертеров USB-LPT. Я использовал один из вариантов, опубликованный на сайте по адресу [1]. Наиболее

подходящим мне показался вариант, названный автором «USB2LPT Release 1.5». Он собран на дешевом контроллере ATmega48, схемотехника и программное обеспечение полностью открыты, включая и исходные тексты. Учитывая, что такой конвертер вряд ли понадобится для каких-то других целей, нет смысла делать его в виде переходника, проще встроить непосредственно в приемник.

Принципиальная схема блока управления синтезатором показана на рис. 3. DD1 – это конвертер USB-LPT. Формат управляющего слова AD9951 отличается от AD9854, поэтому необходим конвертер протокола. Он выполнен на DD2 типа ATmega48. Учитывая невысокую стоимость и доступность этих контроллеров, я посчитал нецелесообразным вмешиваться в авторскую прошивку конвертера USB-LPT для совмещения его с конвертером протокола в одном контроллере. Светодиод HL1 – это индикатор активности на шине USB, он может быть любого типа, в принципе, его можно и не устанавливать.

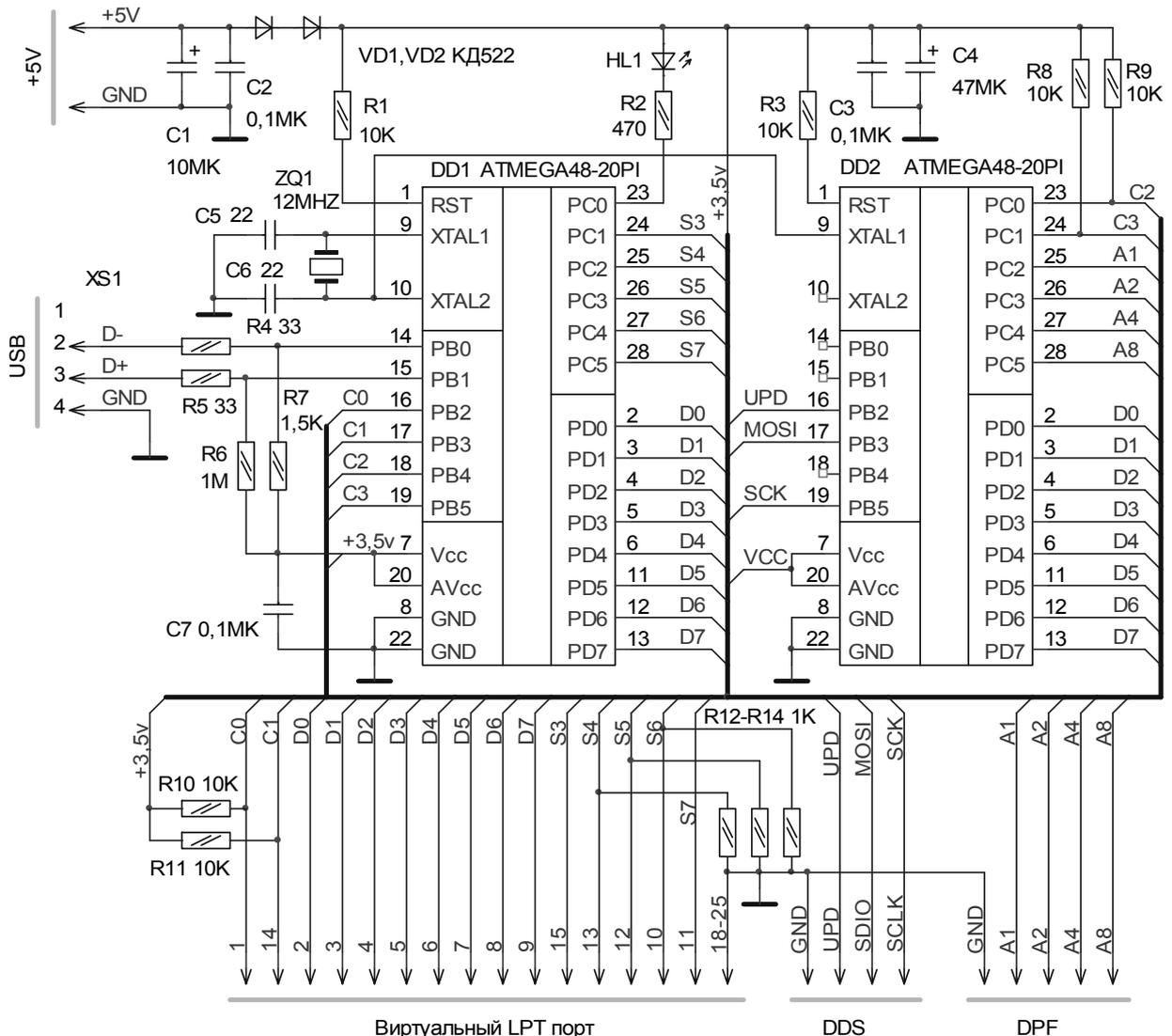


Рис. 3. Принципиальная схема блока управления синтезатором

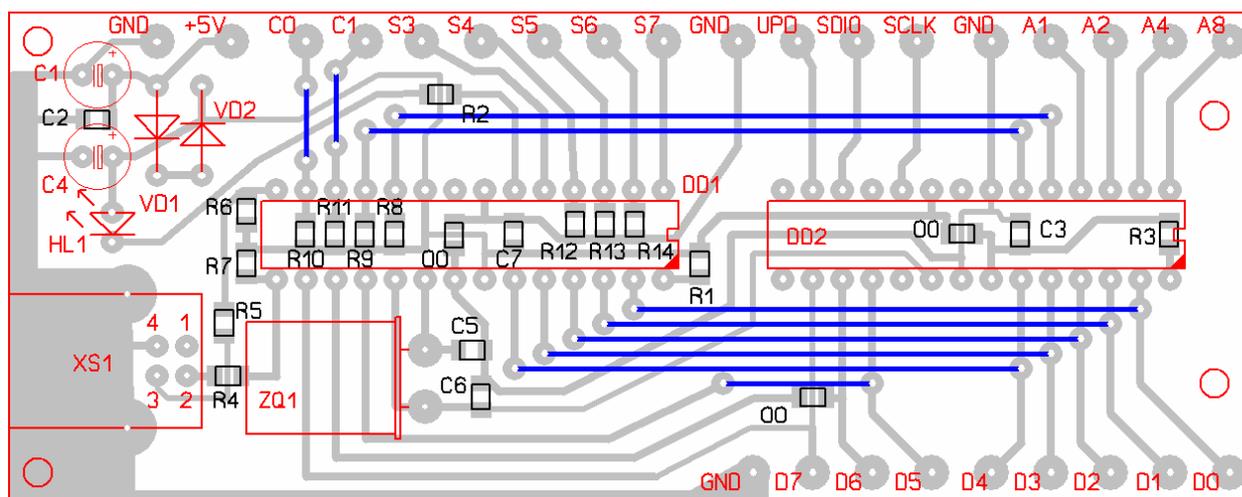


Рис. 4. Печатная плата блока управления синтезатором (вид со стороны монтажа).

Кроме управления синтезатором, на DD2 возложена функция переключения ДПФ. Дело в том, что в программе PowerSDR эта функция предусмотрена, но ее аппаратная реализация на микросхемах дискретной логики довольно сложна.

На схеме также показаны выходы виртуального LPT порта. В схеме приемника они не используются, но могут потребоваться, если в дальнейшем на базе этого приемника возникнет желание сконструировать трансивер.

Блок управления собран на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита размерами 106x42 мм (рис. 4).

SMD резисторы и конденсаторы можно использовать типоразмеров как 0805, так и 1206. Электролитические конденсаторы обычного типа, контроллеры в DIP корпусах. Кварц должен быть на 12 МГц. Хотя на сайте [1] есть вариант прошивки, которая использует внутренний RC тактовый генератор контроллера, я бы, в данном случае, не рекомендовал ее использовать.

Дело в том, что при программной реализации протокола USB, быстрогодействия контроллера недостаточно для синхронизации на уровне битовых посылок. Контроллер синхронизируется только по первому перепаду уровней на шине в начале каждого информационного пакета, передаваемого по шине. Поэтому требования к стабильности тактовой частоты довольно жесткие.

Наладивания блок управления не требует, нужно только правильно запрограммировать контроллеры. В DD1 записывается файл `usb2lpt5.hex`, а в DD2 – `sdr_ad9951.hex`. Установка Fuse бит контроллеров описана в файле `sdr_fuse.txt`.

### Диапазонные полосовые фильтры.

Любой приемник прямого преобразования имеет побочные каналы приема на частотах, кратных частоте гетеродина, т.е. 2F, 3F, 4F и т.д. В данном случае на быстродействующие ключи, выполняющие роль смесителя, подается сигнал гетеродина прямоугольной формы. В спектре такого сигнала наи-

большую амплитуду имеют нечетные гармоники, поэтому наиболее сильные помехи проникают в приемник на нечетных гармониках частоты приема – 3F, 5F, 7F и т.д. Это можно наглядно наблюдать на частотах около 1,9 МГц. Если на входе нет полосового фильтра, весь любительский диапазон 160 м кажется забитым вещательными станциями с АМ. В действительности эти станции работают в вещательном диапазоне 31 м, а принимаются они на пятой гармонике гетеродина.

Поэтому всеволновый SDR приемник обязательно должен иметь полосовые диапазонные фильтры на входе. Ширина их полосы пропускания должна быть такой, чтобы эффективно подавлять помехи на нечетных гармониках частоты приема. В то же время нет особой необходимости применять высокочастотный перестраиваемый преселектор,

Принципиальная схема блока диапазонных полосовых фильтров показана на рис. 5.

Для перекрытия всего диапазона частот от 30 кГц до 65 МГц используются 9 полосовых фильтров, которые переключаются с помощью электромагнитных реле. За основу взята схема из описания одной из модификаций трансивера SDR-1000, которая, в свою очередь, полностью повторяет схему интегральных субоктавных полосовых фильтров из [2]. Только на диапазон частот ниже 2,5 МГц вместо полосового фильтра я использовал П-образный фильтр нижних частот. Входное и выходное сопротивление фильтров 50 Ом.

На диапазоне ниже 1,8 МГц сейчас дальний прием практически невозможен, поэтому я оставил его как обзорный, “на всякий случай” и не стал усложнять схему ДПФ. Но, все же, совсем исключать возможность приема в диапазоне длинных и средних волн, как это сделано в некоторых модификациях трансивера SDR-1000, я не стал. Если дальний прием на этих частотах представляет интерес, можно использовать дополнительный внешний перестраиваемый контур на входе приемника, а местные станции можно принимать и без дополнительных фильтров.

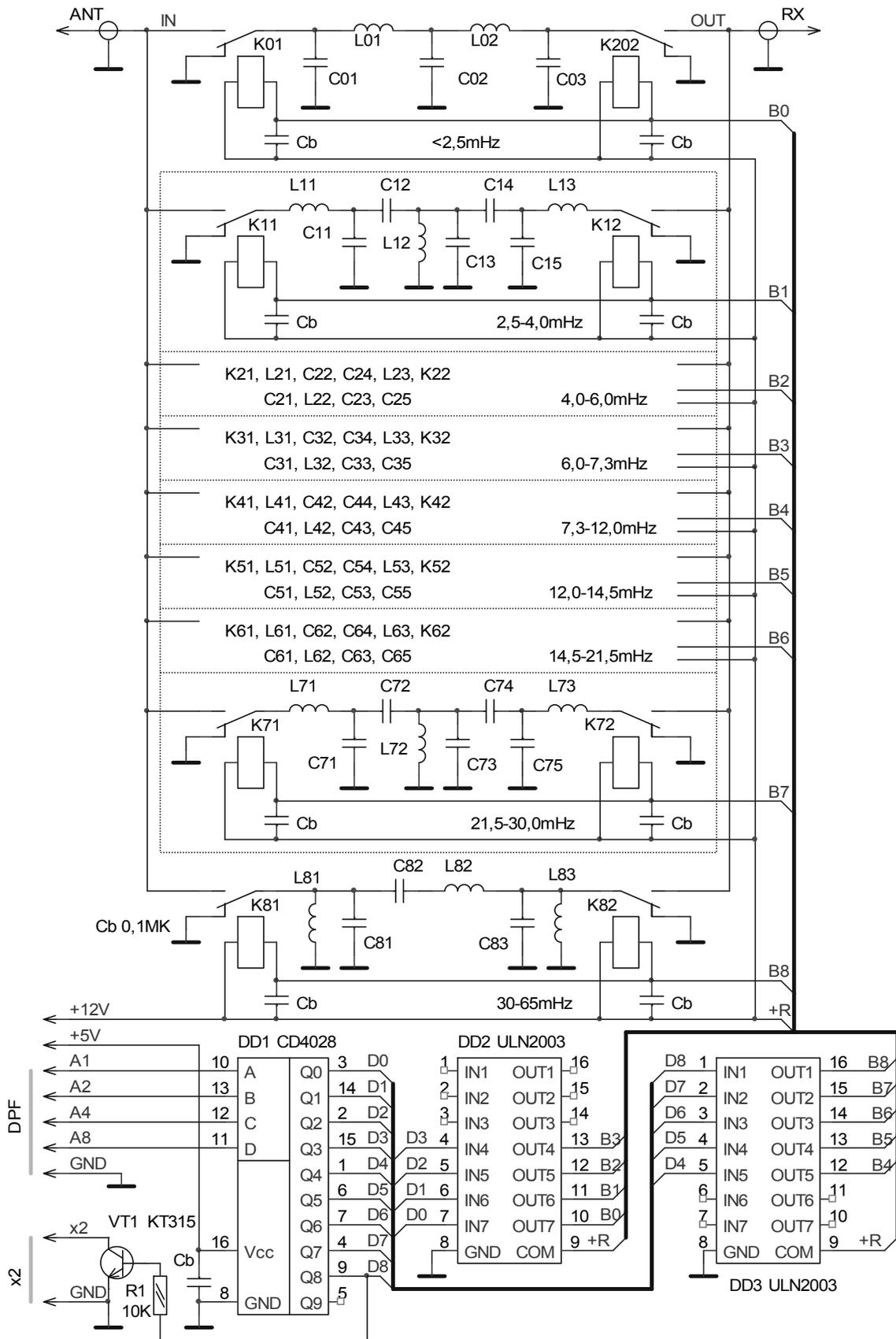


Рис. 5. Принципиальная схема блока ДПФ

Фильтры переключаются с помощью электромагнитных реле. Это самый простой и надежный вариант. Кроме того, когда приемник выключен, все фильтры отключены от антенны, что в какой-то степени уменьшает опасность повреждения приемника во время грозы.

На микросхеме DD1 типа CD4028, отечественный аналог К561ИД1, собран дешифратор 4x10. DD2 и DD3 типа ULN2003 – силовые транзисторные ключи, которые управляют реле. Транзистор VT1 переключает фазовращатель гетеродина в режим деления частоты на 2 в диапазоне 30...65 МГц.

Все катушки фильтров намотаны на кольцах фирмы «Amidon» типа T50-6. Несмотря на высокую стоимость, я все же применил кольца именно этой фирмы. Во-первых, добротность катушек на этих кольцах получается достаточно высокой, а затухание в фильтрах небольшое. Катушки на кольцевых сердечниках имеют малое поле рассеяния и их необязательно экранировать. Во-вторых, расчетные значения индуктивности полностью соответствуют фактическим. А это существенно облегчает настройку фильтров.

Можно, конечно, использовать и отечественные кольца из феррита ВН20, ВН30, или ВН50. Но число витков каждой катушки придется подбирать индивидуально. Кроме того, на таких кольцах нет никакой маркировки, соответственно, очень велика вероятность приобрести под маркой ВН30 другие, более распространенные и гораздо более дешевые,

например, МН2000. По виду их очень сложно отличить.

Намоточные данные катушек и номиналы емкостей фильтров приведены в таблице 1. Все емкости в пикофарадах, Wxx – число витков. Диаметр провода выбран такой, чтобы катушка разместилась в один слой на кольце.

В крайнем правом столбце таблицы приведены значения для полосового фильтра 1,6-2,5 МГц. Его можно использовать вместо фильтра нижних частот, если диапазон ниже 1,6 МГц не нужен. Схема фильтра аналогична фильтрам поддиапазонов 1...7. Число витков рассчитано с помощью программы WinToroids [4]. Для фильтров с 0 по 5 диапазон никакой настройки не потребовалось, для 6-8 диапазонов число витков всех катушек пришлось уменьшить на 1 по сравнению с расчетным. Катушки самого высокочастотного диапазона 30-65 МГц могут быть и бескаркасными, число витков нужно подбирать экспериментально.

Блок ДПФ смонтирован на печатной плате размером 145x125 мм (рис. 6). Плата может быть из одностороннего или двустороннего фольгированного стеклотекстолита, в последнем случае фольга со стороны установки катушек и реле используется в качестве общего провода. Часть соединений сделана проволочными перемычками со стороны монтажа.

**Таб. 1 Номиналы элементов ДПФ на кольцах «Amidon» T50-6**

Band	0	1	2	3	4	5	6	7	8	0*
F, МГц	<2,5	2,5-4	4-6	6-7,3	7,3-12	12-14,5	14,5-21,5	21,5-30	30-65	1,6-2,5
Cx1	1500	240	120	110	68	56	47	33	100	390
Cx2	3000	150	68	33	56	22	30	18	56	220
Cx3	1500	180	100	100	56	43	33	27	100	300
Cx4	-	150	68	33	56	22	30	18	-	220
Cx5	-	240	120	110	68	56	47	33	-	390
Lx1, мкГн	3,8	6,6	5	3,75	2,2	1,75	1,156	0,78	0,15	11,6
Wx1	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>54</b>
Lx2, мкГн	3,8	6,6	5	3,75	2,2	1,75	1,156	0,78	0,27	11,6
Wx2	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>54</b>
Lx3, мкГн	-	6,6	5	3,75	2,2	1,75	1,156	0,78	0,15	11,6
Wx3	-	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>54</b>
Ø, мм	<b>0,5</b>	<b>0,28</b>	<b>0,28</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,2</b>

Конденсаторы фильтров для получения нужной емкости могут быть составлены из 2-3, запаянных параллельно. Можно использовать SMD конденсаторы типоразмеров 0805 или 1206. Блокировочные конденсаторы Cb могут иметь емкость 0,033...0,1 мкФ. Реле использованы импортные типа NT78 с

напряжением срабатывания 12 В и одной контактной группой на переключение, их можно заменить отечественными РЭС-49. При этом потребуется немного изменить конфигурацию проводников печатной платы. Все микросхемы в DIP корпусах.

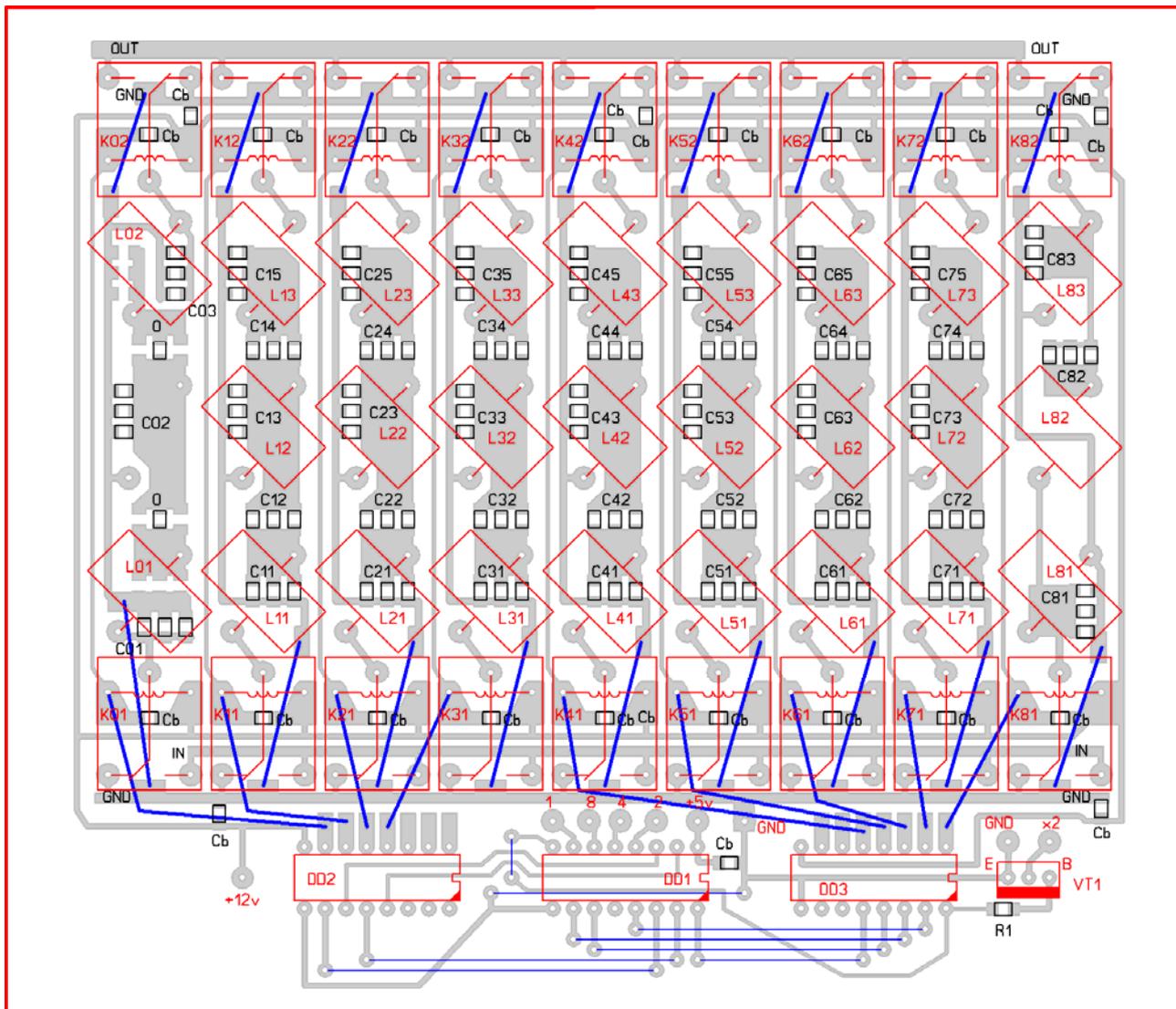


Рис. 6. Печатная плата блока ДПФ (вид со стороны монтажа).

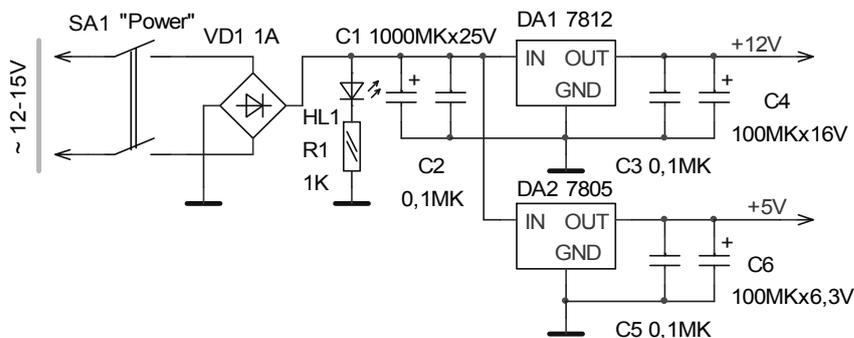


Рис. 7. Принципиальная схема блока питания

Если есть возможность, после монтажа всех элементов желательно проконтролировать частот-

ную характеристику фильтров с помощью измерителя АЧХ.

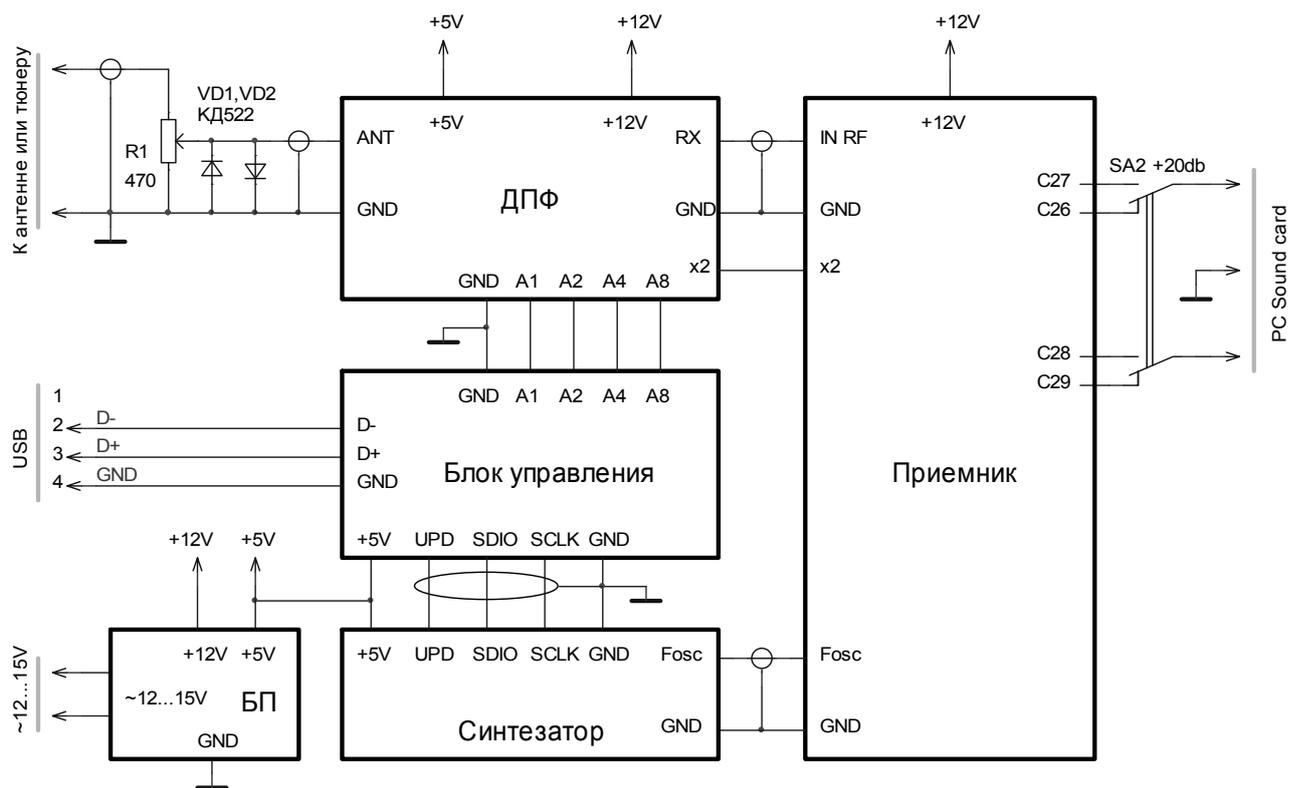


Рис. 8. Схема межблочных соединений приемника.

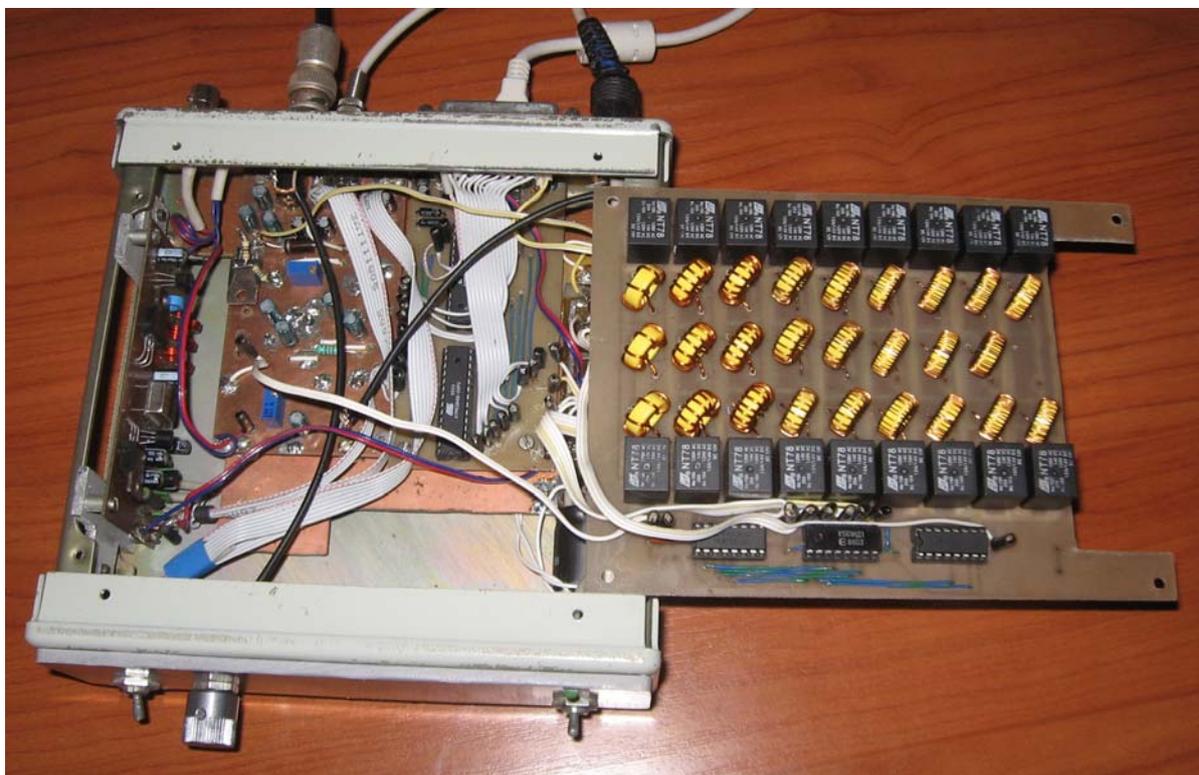


Рис. 9. Конструкция корпуса

**Блок питания.**

Для питания приемника необходимы стабилизированные напряжения +12 В и +5 В. Общий потребляемый ток зависит от рабочей частоты и может достигать 300 мА. Схема блока питания показана на рис. 7.

Как уже указывалось, для исключения низкочастотных наводок трансформатор нельзя размещать в одном корпусе с приемником. Стабилизаторы DA1 и DA2 нужно разместить на небольшом радиаторе. HL1 любого типа, мостик VD1 с номинальным током 1 А.

**Конструкция.**

Схема межблочных соединений приемника приведена на рис. 8, а конструкция его корпуса показана на рис. 9.

На переднюю панель выведены аттенюатор, переключатель коэффициента усиления основной платы приемника SA2 (рис. 8), а также выключатель питания SA1 и индикатор сети HL1 (рис. 7). Для соединения с компьютером необходимо использовать USB кабель с ферритовыми фильтрами на обоих его концах. Без них из компьютера проникают помехи, избавиться от которых другими методами невозможно. Ручная намотка кабеля на ферритовые кольца эффекта не дает.

**Программное обеспечение.**

Как было сказано выше, приемник работает с

программой PowerSDR, различные версии которой свободно доступны для скачивания на страничке «Downloads» сайта FlexRadio Systems [3]. В отличие от программ, рекомендованных в первой части статьи для SDR приемника с кварцевым гетеродином, PowerSDR гораздо более сложная и требовательная к ресурсам компьютера программа. Работа с ней уже не всегда интуитивно понятна, поэтому на ее установке и настройке следует остановиться более подробно.

Во первых, на компьютере должна быть установлена программная технология Microsoft .NET Framework. Для версии PowerSDR 1.16 и ниже нужна .Net Framework версии 1.1, а для более поздних версий – 1.1 и 3.5. На сайте Microsoft доступна уже и 4-я версия этого программного продукта, очевидно, ее тоже можно использовать, но на практике я это не проверял. Вполне возможно, что она уже установлена на вашем компьютере, т.к. она необходима не только для PowerSDR, но и для многих других приложений различного назначения.

Если .NET Framerwork не установлена, то при запуске дистрибутива PowerSDR установщик перенаправит вас на страничку, откуда можно скачать этот программный продукт. Если сам дистрибутив PowerSDR относительно небольшой, около 3 мб, то .Net Framework 1.1 занимает около 20 мб, а версия 3.5 – уже около 60 мб. На всякий случай перед установкой этого пакета желательно сделать точку восстановления системы стандартными средствами

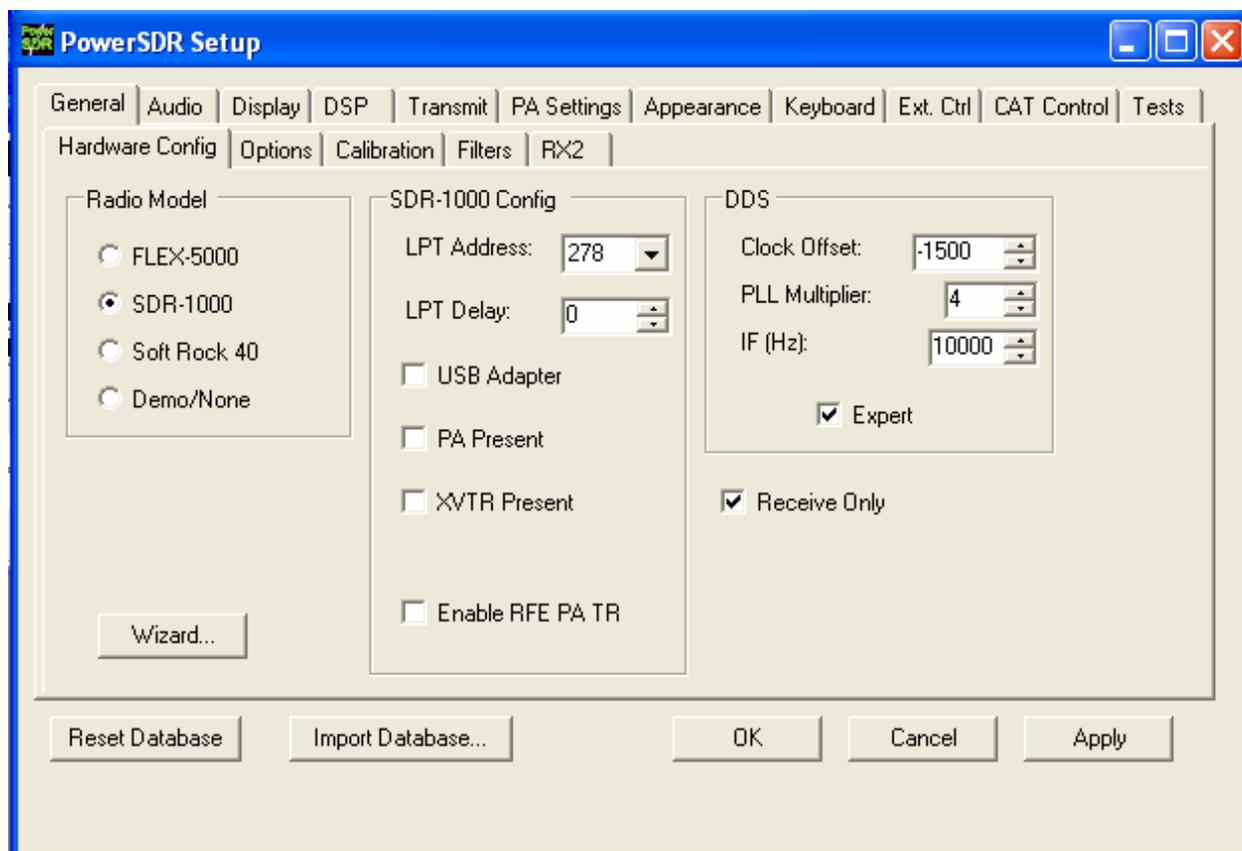


Рис. 10

Windows. Затем, как обычно, нужно следовать всем инструкциям установщика.

Вся дальнейшая процедура настройки описана на примере версии PowerSDR 1.18.3. Интерфейс других версий программы отличается незначительно. После завершения установки, при первом запуске программы запускается Setup Wizard, который помогает сконфигурировать программу. Здесь нужно выбрать тип аппаратуры – SDR-1000, отметить отсутствие усилителя мощности и других дополнительных аксессуаров, в том числе и «USB to Parallel» адаптера. Затем установщик попросит выбрать тип звуковой карты, установленной в компьютере. Из списка предложенных, скорее всего, придется выбрать «Unsupported Card», т.к. список поддерживаемых карт относительно невелик. Все эти установки в дальнейшем, при необходимости можно будет изменить.

После запуска программы нужно изменить еще несколько настроек в меню. На вкладке **Setup** → **General** → **Hardware Config** (рис. 10) нужно убедиться, что «Radio Model» отмечена как SDR-100. Если в компьютере есть аппаратный LPT порт, то «LPT Adress» нужно выбрать не совпадающий с адресом этого порта. Если LPT порта нет, то адрес можно оставить, выбранный программой по умолчанию, «LPT Delay» равна нулю.

В настройках DDS нужно обязательно установить реальный коэффициент умножения тактовой частоты DDS. Если используется кварцевый гене-

ратор на 400 мГц, то PLL Multiplier равен 1. Для генератора 100 мГц – 4, для 80 мГц – 5 и т.д. Нужно также выставить значение промежуточной частоты (IF) в пределах 8000 – 12000 Hz. Точное значение не имеет значения, я обычно ставлю 10000 Hz.

Clock Offset пока можно оставить равным нулю. Это коэффициент коррекции частоты тактового генератора DDS для калибровки частоты приема. Его можно будет в дальнейшем подобрать по сигналам станций, передающих эталонные частоты. Можно также установить галочку «Reseive Only», т.к. на передачу приемник работать не будет.

Затем на вкладке **Setup** → **General** → **Options** (рис. 11) убираем галочку «Spur Reduction» и устанавливаем «Disable Software Gain Correction», «Mouse Tune Step» и «Snap Click Tune». Все остальные настройки на вкладках пункта меню **Setup** → **General** можно пока оставить по умолчанию.

Теперь переходим на вкладку **Setup** → **Audio** → **Sound Card** (рис. 12). Компания FlexRadio Systems для неподдерживаемых звуковых карт рекомендует установку универсального драйвера ASIO. Процедура установки стандартная, никаких особенностей не имеет, нужно просто запустить файл **ASIO4ALL\_2\_9\_Russian.exe** и следовать инструкциям установщика.

В поле «Primary Sound Card Setup Details» нужно выбрать драйвер, который обеспечит наилучшее качество. Тут можно попробовать разные варианты, если установлен драйвер ASIO, можно выбрать его,

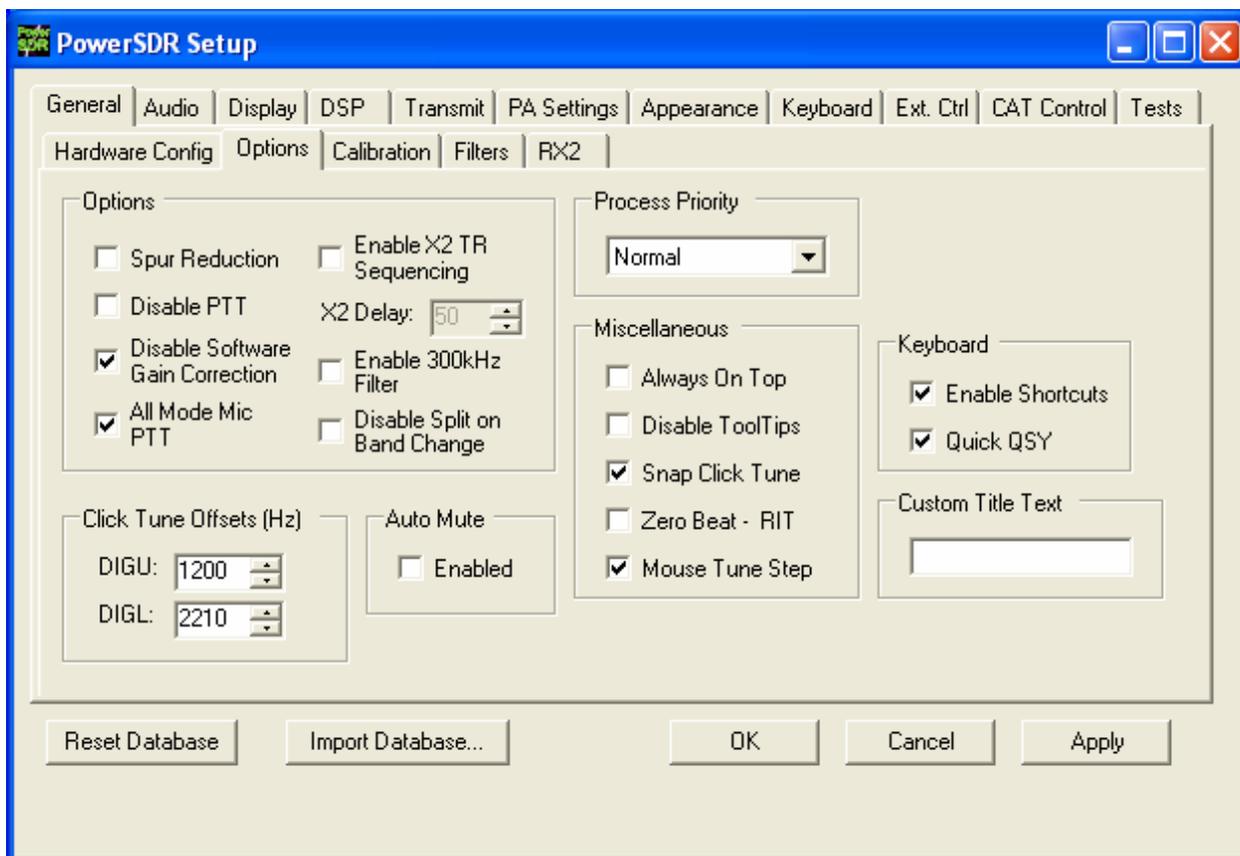


Рис. 11

если нет, то MME. Input и Output – можно выбрать «Realtek AC97» или «Программа переназначения», в последнем случае будет использоваться аудио устройство, выбранное в системе по умолчанию. Для драйвера ASIO тут никакого выбора не будет. Mixer обычно Realtek AC97, Receive – вход, к которому подключен приемник – если есть, то лучше выбрать «Line In», в противном случае придется использовать микрофонный вход, установив дополнительный делитель. Об этом уже упоминалось в первой части статьи. Transmit – не используем, поэтому оставляем по умолчанию.

Buffer Size вначале лучше выбрать максимально возможного размера – 2048 байт, иначе возможны искажения звука. В дальнейшем можно попробовать уменьшить размер буфера, это несколько уменьшит загрузку процессора. Sample Rate – частота дискретизации – должна соответствовать максимально поддерживаемой звуковой картой, обычно 48000 Гц.

Остальные настройки Setup пока можно оставить по умолчанию. Я написал только о самых важных параметрах, без которых вообще ничего работать не будет. Все остальное подробно описано в руководстве пользователя (Operating Manual) SDR-1000, которое можно скачать с сайта FlexRadio [3].

Остается еще одна важная процедура для завершения установки программного обеспечения. Установка драйвера конвертера USB-LPT. Для этого нужно подключить приемник к USB разъему ком-

пьютера, и в появляющихся окнах с предложением установить драйвер выбрать установку из указанного места и указать путь к папке, содержащей драйвер. Если дистрибутив, скачанный из [1] или с моего сайта, лежит в корневом каталоге диска C, для русскоязычного драйвера путь будет таким. C:\driver98\_XP\_W7ru.

Если все сделано правильно, в диспетчере устройств появится новое устройство – «h#s конвертер USB к LPT». Нужно навести на него курсор, нажать правую кнопку мыши и в выпадающем меню выбрать пункт «Свойства». В открывшемся окне нужно перейти на вкладку «Эмуляция» (рис. 13), где выбрать эмулируемый адрес LPT порта, он должен совпадать с тем, который ранее был установлен в PowerSDR. Остальные установки для начала нужно сделать такими, как показано на рисунке 13. Если возникнут какие-то проблемы, можно попробовать изменить метод прерывания и параметры на этой вкладке. Здесь действует стандартная контекстная справка Windows. Более подробно настройка драйвера виртуального LPT порта описана в файле **ramphlet.doc**.

Теперь нужно подключить приемник к линейному входу звуковой карты, затем подключить к нему антенну и можно слушать эфир. Управление всеми режимами и параметрами приемника производится в главном окне программы PowerSDR (рис. 14). Загрузка одноядерного процессора Semptron 2600 при работе программы в оконном режиме операционной системы Windows-XP получается около 25%.

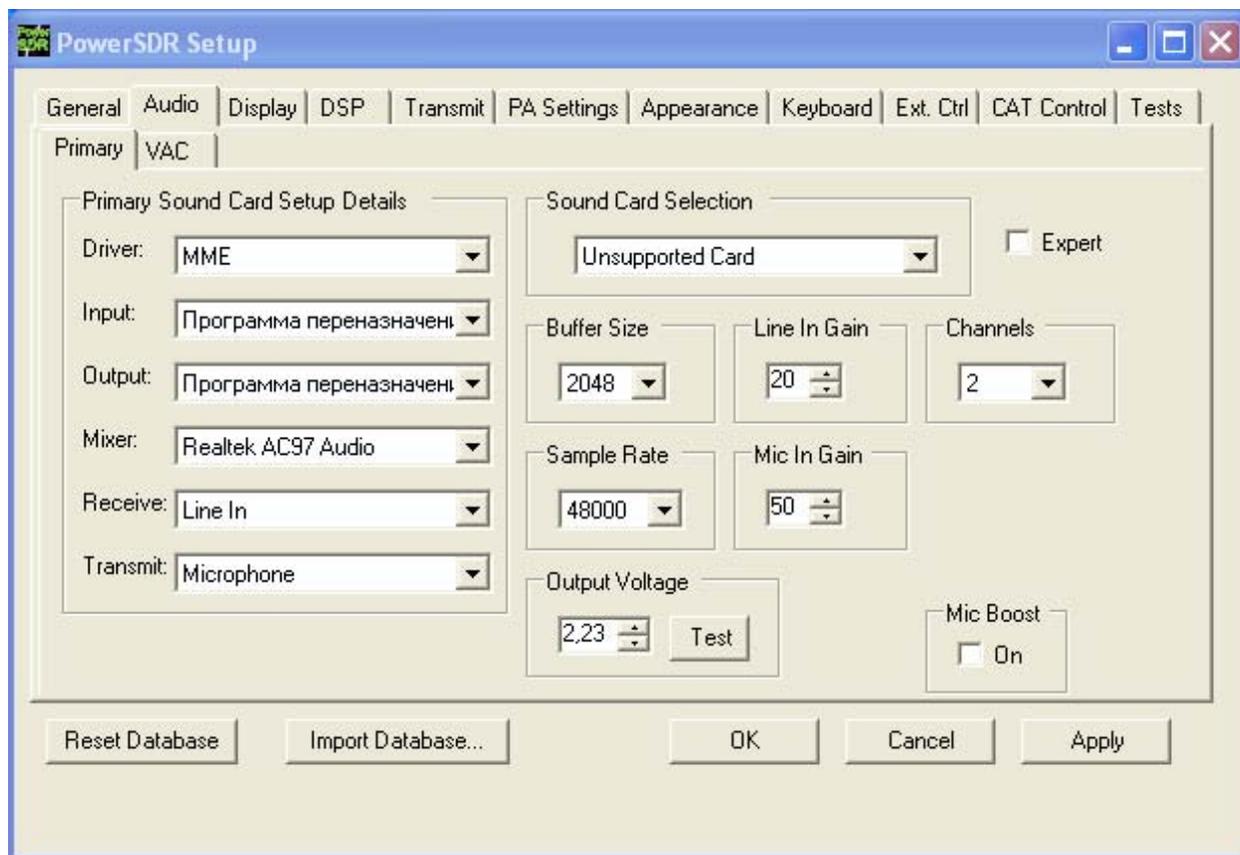


Рис. 12

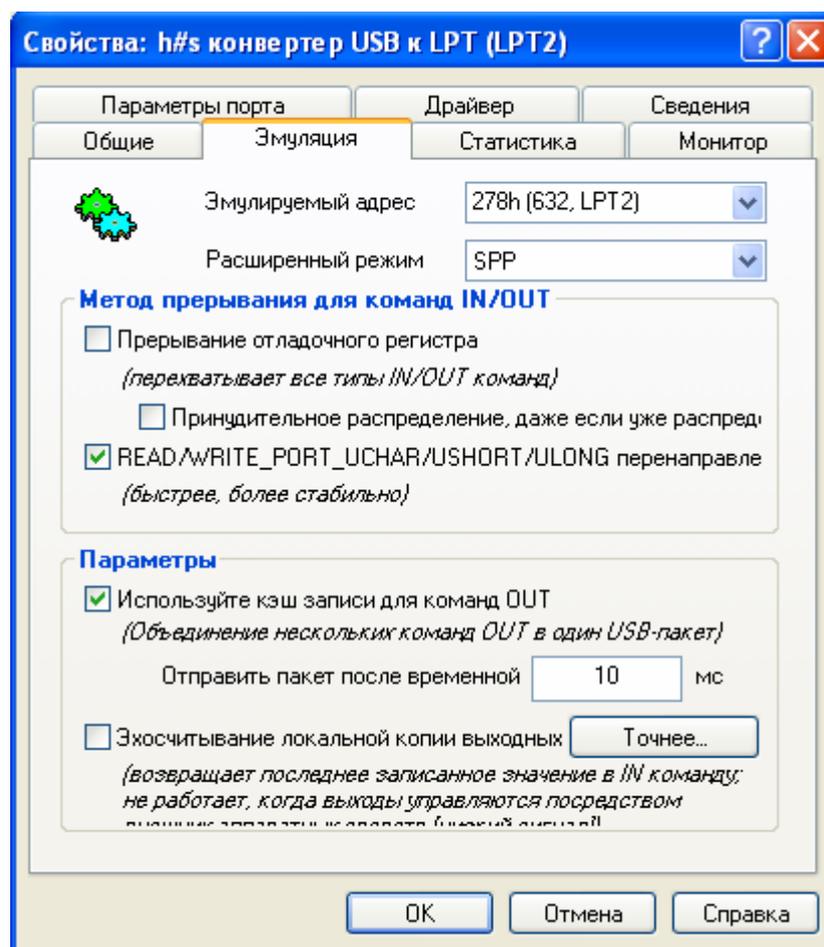


Рис. 13

Главные настройки на рис. 14 – это диапазон (Band), режим работы приемника (Mode) и ширина полосы пропускания (Filter) – в правой части экрана, а также громкость (AF) режим работы АРУ (AGC-T), постоянная времени АРУ (AGC), и кнопка «Start/Stop» в левой части. Там же нужно установить усиление несуществующего УВЧ (Preamp) в режим High. Это чисто визуальная настройка, она обеспечивает положение линии уровня шумов на экране спектроанализатора на уровне примерно -120 дБ. В окне «Display Mode» можно выбрать вид экрана – спектроанализатор, водопад, комбинированный и др. Окно «DSP» служит для выбора режима шумоподавления, здесь, при необходимости, можно включить режим подавления мешающей несущей в полосе пропускания.

Другие кнопки и галочки нужны, в основном, при работе в трансиверном режиме на передачу. Перестройка по частоте может осуществляться несколькими способами: вращением колеса прокрутки мыши, прямым вводом частоты с клавиатуры в поле «VFO-A» или «VFO-B», а также визуальной установкой курсора в нужное место в окне спектроанализатора и последующим нажатием левой кнопки мыши. Последний режим включается и выключается, если нажать правую кнопку мыши при нахождении курсора в пределах окна спектроанализатора. Более подробно работа с программой и назначение всех органов управления описаны в руководстве пользователя SDR-1000 (Operating Manual), которое, как уже указывалось, можно скачать с сайта FlexRadio [3].

#### Ссылки и литература:

- 1. Converter From USB To Parallel, Henrik Haftmann <http://www-user.tu-chemnitz.de/~heha/bastelecke/Rund%20um%20den%20PC/USB2LPT/index.html.en>
- 2. Э.Рэд, Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике – М.: 1990
- 3. FlexRadio Support. <http://support.flex-radio.com/Downloads.aspx?fr=1>
- 4. Heros technology Ltd - Downloads <http://www.herostechnology.co.uk/pages/downloads.html>

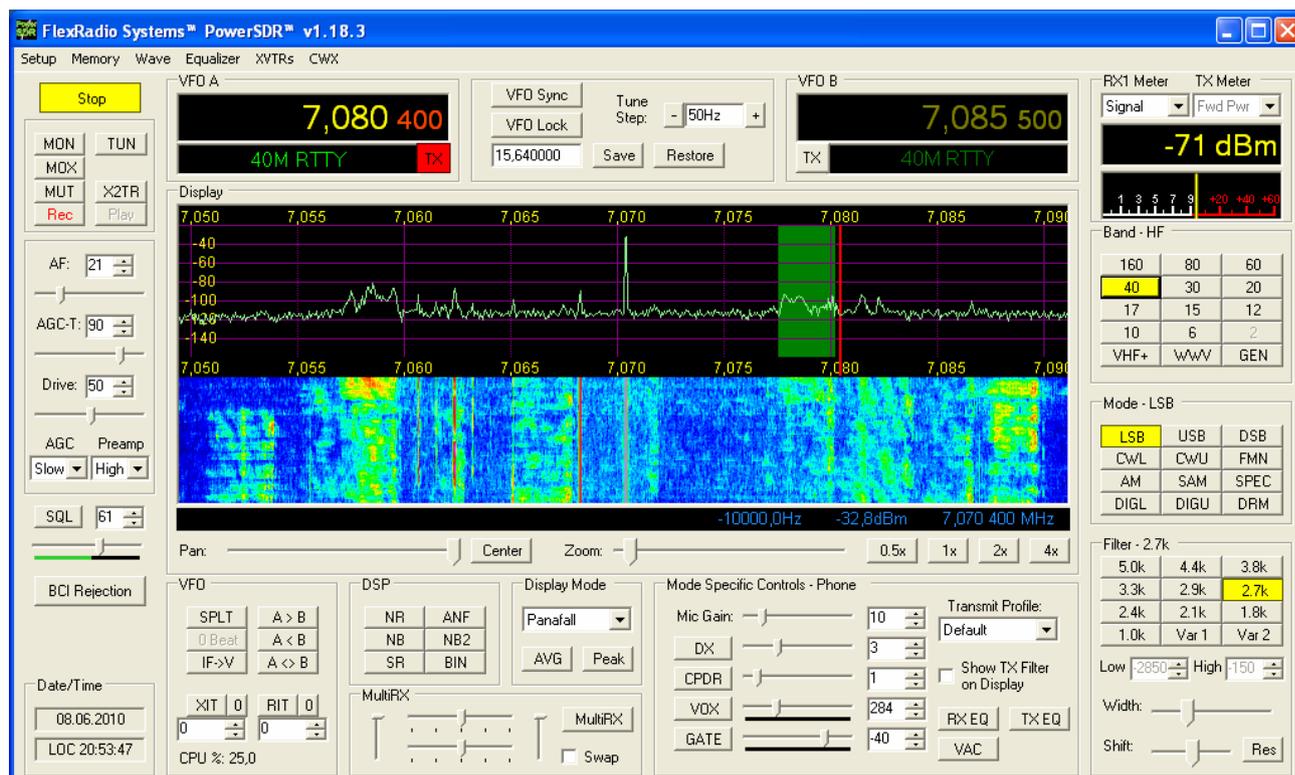


Рис. 14

Первую часть статьи с описанием радиочастотного тракта приемника, чертежи печатных плат в формате Sprint Layout, схемы в формате Orcad 9.1, прошивки и исходные тексты программ контроллеров, а также драйвер виртуального LPT порта и другие дополнительные материалы можно загрузить с сайта автора по адресам:

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

Разработка 2010 г.

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