



Мир электроники

Радиолубительские конструкции RA4NAL

[Главная](#) | [Конструкции](#) | [Рекомендую!](#) | [Raspberry Pi](#) | [Об авторе](#)

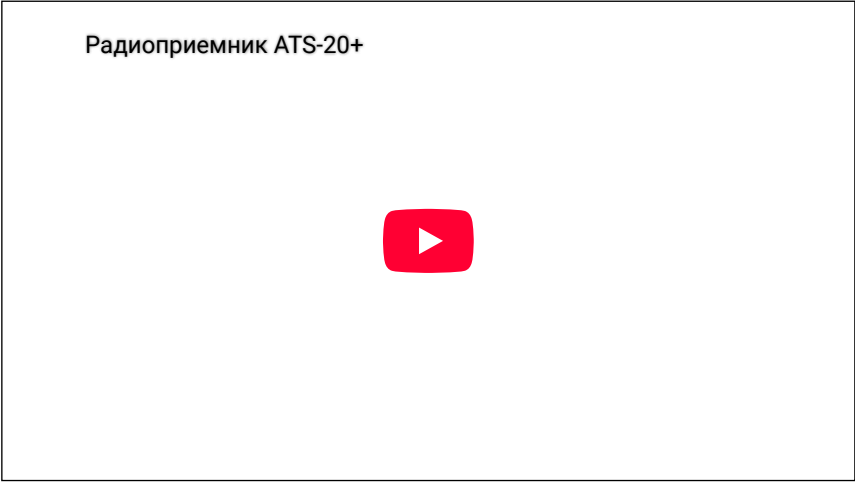
Размер шрифта: [Aa](#) [Aa](#) [Aa](#) [Aa](#) [Aa](#)

Лучшее из возможного!

- SDR
- KB и УКВ
- Компьютеры
- Raspberry Pi
- Измерения
- Программаторы
- Прикладная электроника
- Радиопреем и TV
- AUDIO
- За рулем

Всесолновый радиопреемник ATS-20+

Обзор и модернизация

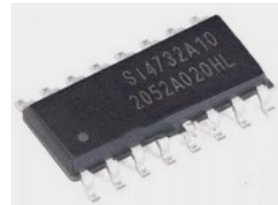


В 80-е годы прошлого века была у меня голубая мечта - приобрести или сделать радиопреемник, который бы перекрывал весь KB диапазон, принимал AM и SSB станции, был бы малогабаритным и экономичным с питанием от батареи. Увы, на элементной базе тех лет сделать такой аппарат было очень сложно. Так что для путешествий по эфиру я использовал старые армейские P311, Волну-К и самодельный трансивер. Назвать их малогабаритными нельзя, Волна-К представляла из себя ящик внушительных размеров и весила около 20 кг. Питание было, разумеется, от сети, так что на природу с таким аппаратом не поедешь.

И вот, спустя почти 50 лет сбылась мечта идиота! Недавно приобрел на Aliexpress радиопреемник ATS-20+. Миниатюрный аппарат размерами 90x100x40 мм, с питанием от литиевого аккумулятора емкостью 500 мА/ч. Он имеет непрерывный диапазон принимаемых частот от 150 КГц до 30 МГц в режиме AM и SSB, а также принимает вещательные станции FM в диапазоне 64...108 МГц. Встроенный динамик довольно хорошего качества для таких размеров. Чувствительность и избирательность вполне достаточны для приема на телескопическую антенну. Приемник довольно экономичен, потребляемый ток в режиме молчания около 40 мА. Вот так он выглядит.



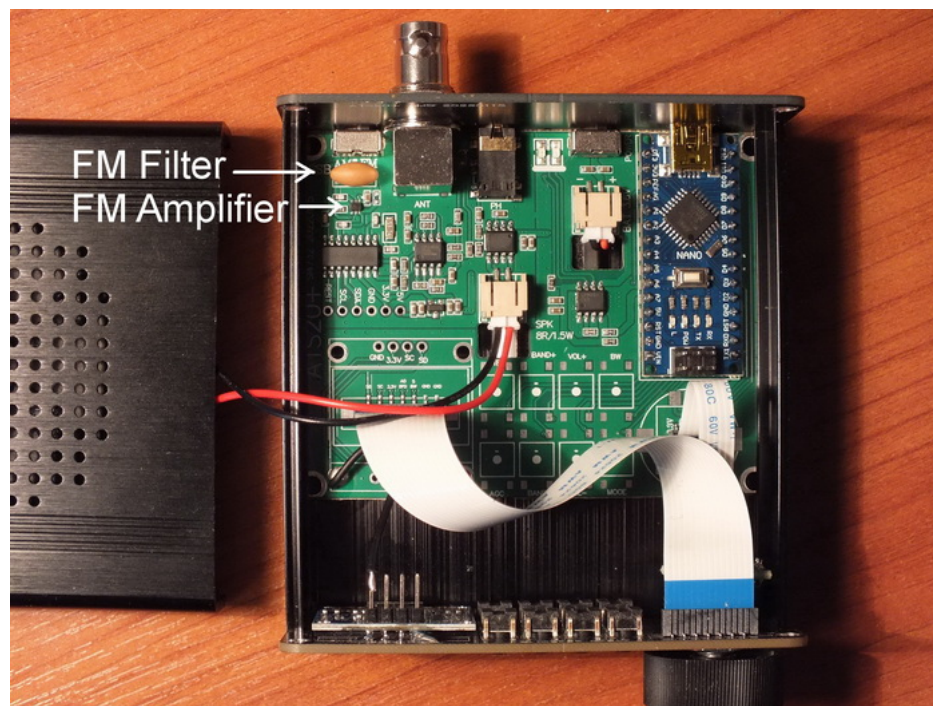
Однако, как обычно, чтобы довести этот аппарат до ума потребовалась доработка напильником. Информации и обзоров по ATS-20 в Интернет много, так что я не буду повторяться. Напишу лишь о своих впечатлениях и о том, что можно и нужно исправить, чтобы аппаратом было комфортно пользоваться.



Основа ATS-20 и ATS-20+ микросхема Si4732 от SILICON LABS. Следует отдать должное инженерам SILICON LABS, которые сумели создать однокристалльный всеволновый преемник, в котором нет ни одной катушки. Более того, для Si4732 требуется минимум внешней обвязки, всего несколько резисторов и конденсаторов. Ну и УНЧ, конечно нужен. В серии Si473X несколько микросхем, которые отличаются диапазоном принимаемых частот и возможностью или ее отсутствием декодирования RDS в FM диапазоне. В некоторых типах предусмотрен выход звука в цифровом формате. Это, на мой взгляд, уже избыточная функция, которая вряд ли будет востребована. До HiEnd однокристалльный аппарат все-таки не дотягивает. Да и слушать репертуар вещающих в FM диапазоне станций на хорошую акустику - это нонсенс. А вот для путешествий (ну, хотя бы на дачный участок) такой преемник - самое то.

И так, первое впечатление - преемник работает! Упакован он был в добротную картонную коробку, так что пришел без повреждений. Он имеет надежный BNC разъем для подключения телескопической или внешней

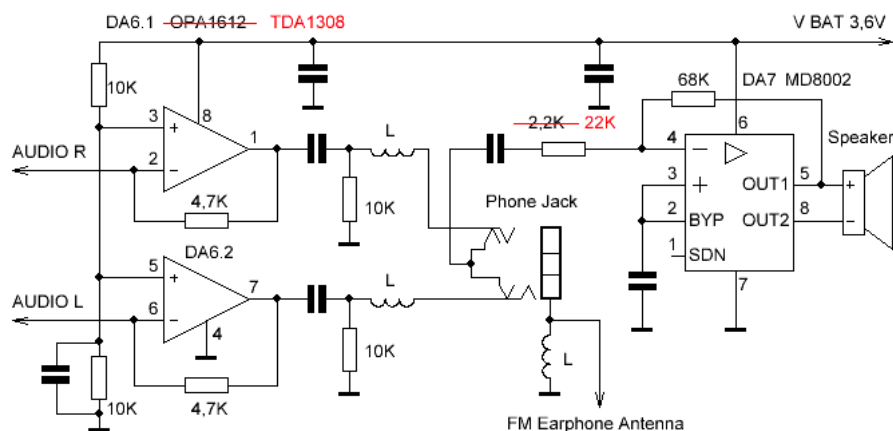
проволочной антенны. Это, на мой взгляд, большой плюс. В FM диапазоне может работать, используя в качестве антенны провод наушников. Зарядка встроенного аккумулятора осуществляется от стандартного зарядника для смартфона с разъемом USB C. Еще один огромный плюс - открытое программное обеспечение, чем я, разумеется, воспользовался. Но о прошивке поговорим позже, вначале об аппаратных доработках.



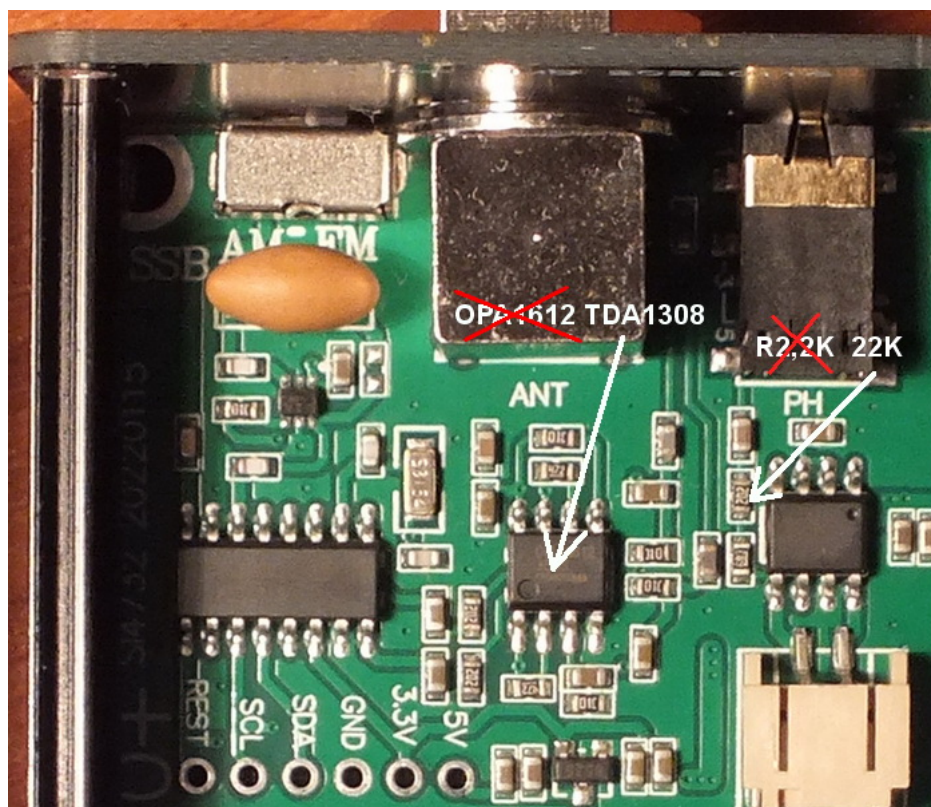
В продаже есть две модели приемника - ATS-20 и ATS-20+. Отличаются они входными цепями. В модели ATS-20+ дополнительно установлен входной фильтр и дополнительный УВЧ FM диапазона. Встречается информация, что в модели с плюсом установлен более качественный валкодер, но это не соответствует действительности. Валкодер самый обычный, механический, китайского производства 20 импульсов на оборот. Кстати, мне пришлось сразу его заменить, родной пропускал импульсы на каждом обороте. Это несколько охладило мой восторг по поводу приемника. При более детальном анализе его внутренностей я пришел к выводу, что модель вообще следовало назвать ATS-20-, а не ATS-20+.

Аппаратная доработка ATS-20+

Начнем с УНЧ. Вот его схема.



Вроде бы, что тут доделывать. Однако оказалось, что уровень громкости при работе на наушники оптимально нужно ставить на 20...40 попугаев, а при использовании динамика - на 4...5. Это приводит к повышенному уровню внутренних шумов при прослушивании станций на динамик. Ведь особенность электронной регулировки громкости в том, что при уменьшении усиления снижается громкость, но уровень шумов остается неизменным. Внимательно изучив плату приемника, я обнаружил, что резистор на входе УНЧ DA7, определяющий его усиление, имеет номинал 2,2 К. А должен быть 22 К. Очевидно, у производителей кончились нужные номиналы и какой-то рационализатор решил, что SMD резисторы с маркировкой 223 и 222 незначительно отличаются друг от друга. А ведь реальное отличие их номиналов - в 10 раз! Номинала 22 К в своем «ящике с хламом» я не нашел, поставил 18 К и уровень шума сразу снизился, а громкость стала субъективно почти одинаковой при работе как на наушники, так и на динамик. Резистор этот типоразмера 0603, так что паять нужно очень аккуратно.

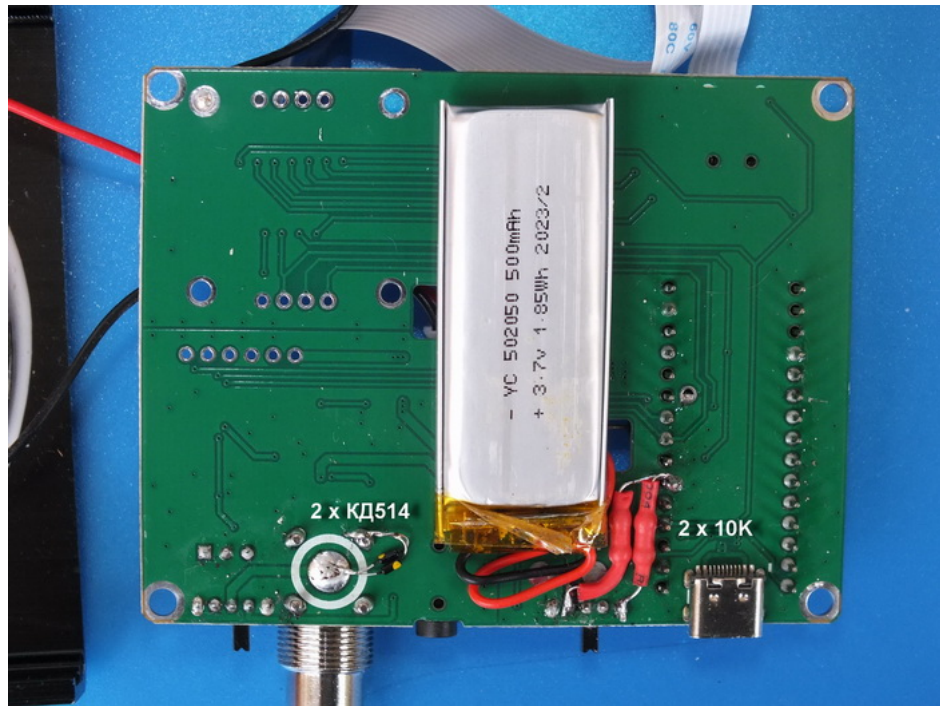


Еще одно рацпредложение. Усилитель наушников DA6 по схеме должен быть типа TDA1308, а реально установлен на плате OPA1612. По параметрам он лучше, но для работы на низкоомные наушники не предназначен. Однако все-таки работает. Проблем бы не было, но проектировщики решили сэкономить один резистор и соединили параллельно выходы левого и правого его каналов. В MONO режиме это допустимо, т.к. сигналы обоих каналов одинаковы. А вот в STEREO режиме сигналы разные и каналы начинают взаимно нагружать друг друга. Субъективно это проявляется в появлении хрипов на пиках в STEREO режиме. Причем при прослушивании на наушники сигнал чистый, т.к. в этом случае выходы УНЧ остаются независимыми. Вылечить это не просто, т.к. места для дополнительного резистора на плате не предусмотрено, а схема коммутации выходов усилителя разведена под разъемом наушников. Самый простой вариант - заменить OPA1612 на изначально запроектированный TDA1308. Он более мощный и справляется с дополнительной нагрузкой. Именно это я и сделал. Цоколевки совпадают, ножек всего 8, так что перепаять не сложно. После такой модернизации все искажения исчезли.

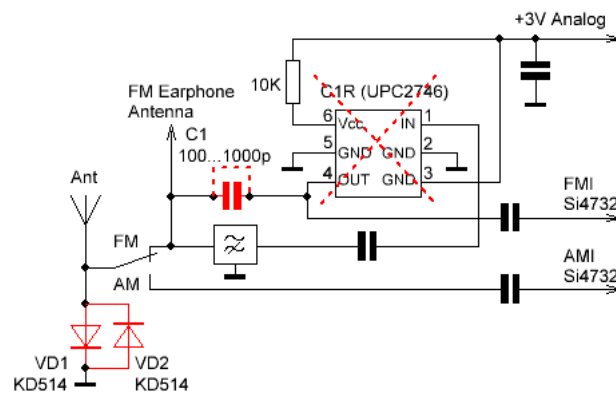
Вообще-то при работе на динамик включать STEREO бессмысленно, но режимы MONO-STEREO в большинстве существующих прошивок переключаются автоматически в зависимости от уровня принимаемого сигнала. Поэтому нет возможности включить принудительно MONO. В своем варианте прошивки я это исправил, но об этом позже.

Если вы думаете, что исправлены уже все аппаратные глюки приемника, то вы ошибаетесь. В модели ATS-20 на антенном входе предусмотрена стандартная защита от перегрузки и от статики - два встречно-параллельно включенных диода. В серьезных случаях, конечно, не спасет, но для самоуспокоения полезно. В ATS-20+ на этом решили сэкономить, никакой защиты по входу в этом приемнике нет. Поэтому я подпаял на всякий случай непосредственно к антенному разъему 2 диода типа КД514. Можно использовать любые кремниевые высокочастотные диоды, желательно с минимальной емкостью перехода.

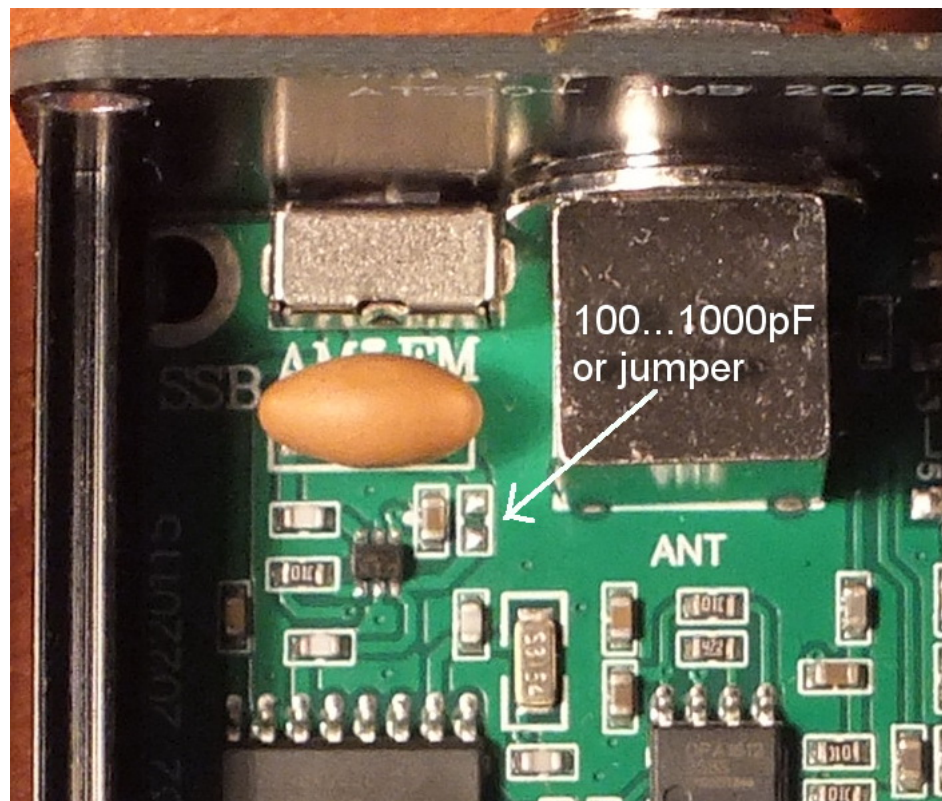
Попутно сделаем еще одну доработку. Аппарат с батарейным питанием должен показывать уровень заряда батареи. В базовой схеме и прошивке это не предусмотрено. Но в альтернативных прошивках такая функция есть. В свою прошивку я ее тоже добавил. Но для того, чтобы показывать заряд батареи, нужно измерить напряжение питания. Используем ту же схему, что предлагается в некоторых альтернативных прошивках. Нужно подобрать два одинаковых резистора с проволочными выводами номиналом 6,8...15 К. Номинал не критичен, важно, чтобы он был одинаков для обоих резисторов. Один резистор подпаивается между выводом A2 Arduino и «землей», а второй - между A2 Arduino и плюсом батареи питания. Таким образом, на выводе A2 должна быть половина напряжения питания. Подпаивать резистор нужно, разумеется, после выключателя питания, чтобы не расходовать зря заряд батареи, когда приемник выключен. Вот так я это сделал.



По отзывам чувствительность приемников на Si4732 вполне удовлетворительна, но мне показалось, что у моего ATS-20+ в диапазоне FM она оставляет желать лучшего. В городе все ОК, но, если отъехать километров на 20, на телескопическую антенну удастся принять уже не все станции. Пришлось опять заняться анализом схемотехники.

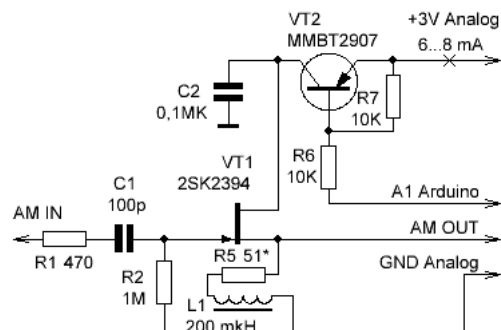


Вроде бы все правильно на схеме. Кроме типа усилителя. На плате установлена микросхема с маркировкой C1R. Интернет говорит, что это UPC2746, но схема подключения не соответствует Datasheet. В такой схеме усилитель не должен работать, он и не работает. Вместо усиления получается ослабление примерно на 15 dB. Самый простой способ лечения – запаять конденсатор C1 емкостью 100...1000 pF для обхода усилителя и фильтра. Сам усилитель можно не трогать, он все равно не работает. Но его можно и удалить. В этом случае вместо конденсатора можно установить перемычку. Изменения на схеме показаны цветом. Место для конденсатора на плате предусмотрено.

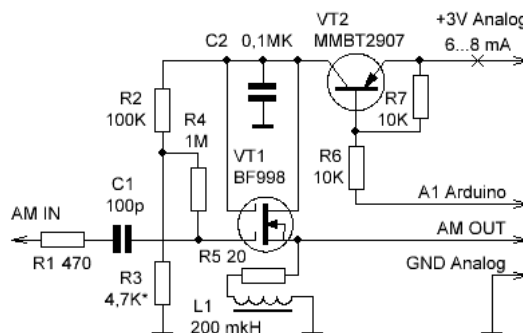


Я попытался привести схему подключения усилителя в соответствие с Datasheet. К сожалению, это не заставило усилитель работать. Очевидно, на плате установлена какая-то микросхема неизвестной марки и она не усиливает, а наоборот, ослабляет сигнал. Похоже, на Aliexpress сейчас нет оригинальных ВЧ микросхем. Практически 100% перемаркировка или некондиция.

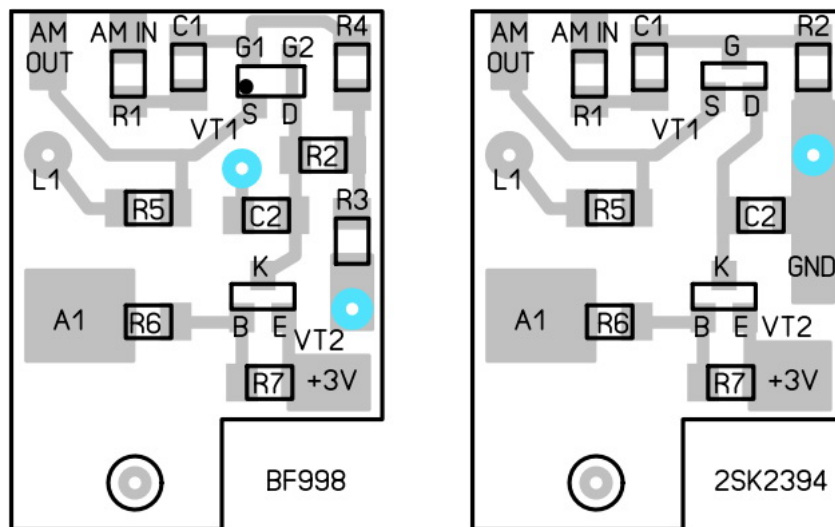
В общем, входные цепи FM диапазона пришлось вернуть к базовому варианту, как в ATS-20 без плюса. В принципе, качество приема ограничено уровнем местных шумов эфира, а не чувствительностью приемника. На КВ на телескопическую антенну принимаются, конечно, только мощные станции. Но слышно и любителей, если прохождение хорошее. Можно несколько улучшить чувствительность в AM диапазонах, если добавить в приемник некое подобие активной антенны. Это целесообразно делать только в том случае, если предполагается использовать, в основном, телескопическую антенну. Я сделал на отдельной плате вот такую схему.



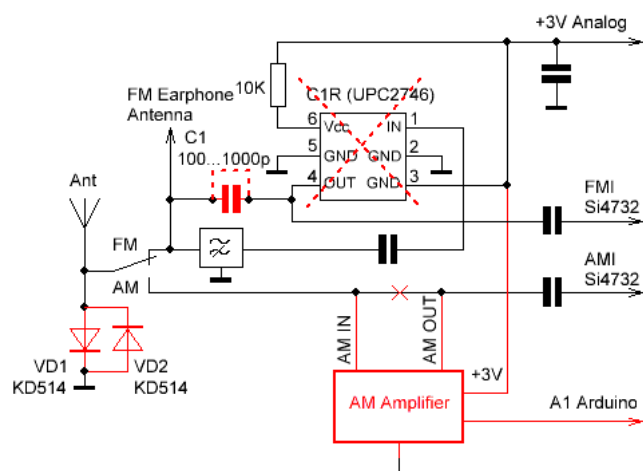
Это истоковый повторитель, который улучшает согласование короткой телескопической антенны с входом приемника. Напряжение питания низкое, поэтому не всякий полевой транзистор будет хорошо работать в таком режиме. Лучше всего подойдут 2SK2394 или 2SK544. Последний в корпусе с проволочными выводами. Пока ждал заказанные 2SK2394, проверил возможность использования BF998. Работает тоже нормально. Вот схема его включения.



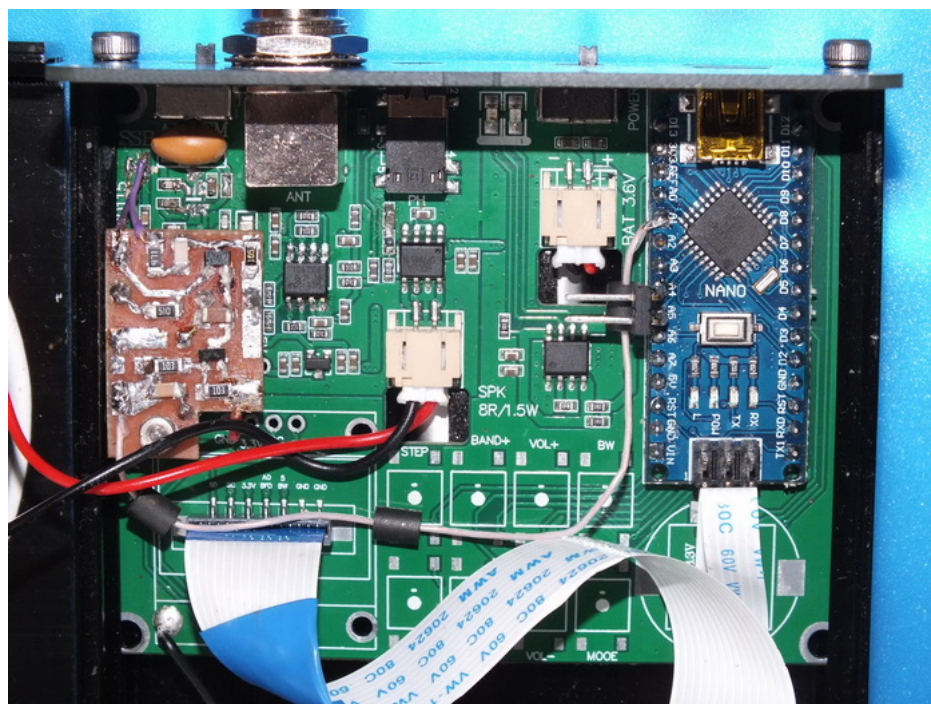
Налаживание заключается в установке потребляемого тока в пределах 6...8 мА подбором номинала резистора R5 на первой схеме и R3 на второй. Транзистор VT2 на этих схемах отключает истоковый повторитель на FM диапазонах. Я предусмотрел в своем варианте прошивки сигнал на выводе A1 Arduino для этой цели. На FM диапазонах там уровень единицы, а на AM уровень нуля. Можно, конечно, и не отключать истоковый повторитель в FM диапазонах. Однако, на мой взгляд, один дешевый транзистор и пара резисторов не слишком высокая плата за сэкономленные 6 мА. Вот два варианта чертежа печатной платы. Слева для BF998, справа для 2SK2394.



Все резисторы и конденсаторы типоразмера 1206 или 0805. Дроссель L1 монтируется на противоположной стороне платы. Размер платы 18x25 мм. Вид со стороны монтажа, при печати нужно ставить галочку «зеркально». Фольга на второй стороне - «земля», она должна соединяться с аналоговой «землей» на основной плате.



Истоковый повторитель включается в разрыв дорожки, идущей от переключателя антенны к развязывающему конденсатору на входе AMI Si4732 (pin 12). На провод от A1 Arduino я на всякий случай надел ферритовые бусинки. Вот так плата устанавливается в приемник. Дотошные радиолюбители могут заметить, что плата на фотографии имеет некоторые отличия от чертежа. На чертеже окончательный вариант, к которому я пришел в процессе наладки и тестирования.



Упомяну еще одно предложение производителей приемника. На этот раз оправданное. Si4732 питается через стабилизатор 3 V, а не 3,3 V, как показано на полной схеме ATS-20. Ссылка на схему в конце странички. Благодаря этому напряжение питания Si4732 начинает снижаться только при напряжении батареи менее 3,5 V. Можно бы поставить стабилизатор и с меньшими потерями напряжения, но, очевидно, не нашлось под руками.

Ну вот, аппаратная модернизация закончена, переходим к программной. Предварительно рекомендую проверить работоспособность приемника на всех диапазонах.

Программная доработка ATS-20+

Сразу замечу, что все существующие прошивки для ATS-20 (ATS-20+) созданы на основе примеров от **Ricardo Caratti PU2CLR**, который написал библиотеку Si473X для Arduino и, главное, сделал ее общедоступной. Огромная и нужная работа, за которую автору отдельная благодарность. Скачать библиотеку можно здесь: <https://github.com/pu2clr/SI4735/>.

Я протестировал несколько альтернативных прошивок. Большинство из них нельзя назвать доведенными до ума, скорее это какие-то демо версии, которые только доказывают, что Si4732 в принципе работает. Ближе всех к идеалу мне показалась [версия от Дениса R8CEH](#). Но и с ней не все хорошо, кое-что мне захотелось изменить. К сожалению, автор засекретил исходный код, потерял интерес к этому проекту и перестал отвечать на вопросы. Так что пришлось писать программу самому. Не с нуля, конечно, а на основе программы и библиотеки от PU2CLR.

И так, чем же плоха базовая прошивка. Во-первых, очень мелкий шрифт на дисплее. В приемнике установлен OLED дисплей с диагональю 0,96", на котором крошечные символы сложно разглядеть. Ведь большинству радиолюбителей уже за 60, а с возрастом зрение отнюдь не улучшается. Во-вторых, способ настройки в SSB. Si4732 может перестраиваться только с шагом 1 КГц и более, для SSB это слишком грубо. Есть отдельная функция точной подстройки в пределах +/- 16 КГц. Так вот, все программисты реализуют перестройку частоты особо не напрягаясь. Настраиваемся на станцию по основной шкале с шагом в 1 КГц, затем кнопкой включаем точную настройку и по отдельной вспомогательной шкале подстраиваемся с шагом 5...10 Гц.

Валкодер в приемнике имеет 20 шагов на оборот, сколько же его нужно крутить, чтобы перестроиться на 1 КГц с шагом 10 Гц. Рука устанет. Для разборчивого приема SSB достаточно шага 100 Гц, ну, может быть люди с музыкальным слухом предпочтут 50 Гц. В настройке с шагом менее 50 Гц нет никакой необходимости. Кроме того, частота точной настройки индицируется на отдельной шкале. Например, вы настроились на 7151 КГц, а затем расстроились на -3820 Гц. Ну и на какой вы сейчас частоте? Без калькулятора не каждый сообразит. Почему-то никто из программистов не хочет поручить эти расчеты контроллеру, который справится с ними намного быстрее и лучше человека (исключение – прошивка от R8CEH). Единственное объяснение – программисты весьма далеки от любительского эфира и никогда не пытались использовать свои творения на практике.

Есть в базовой прошивке и другие, более мелкие, но весьма неприятные недостатки. Поэтому, потратив некоторое время, я написал свою версию. Кое-что в ней аналогично другим программам для ATS-20, но многое переделано. Вот основные особенности моей программы.

Шрифт на дисплее крупный и легко читаемый.

Шаг перестройки в AM 1; 5; 10 или 50 КГц. В SSB – 50; 100 Гц; 1; или 5 КГц. В нижнем FM диапазоне 50 КГц, в верхнем – 100 КГц.

Точная частота настройки отображается на одной основной шкале. Характерный «пшик» при перестройке частоты появляется в режиме SSB через 16 КГц, а не через 1 КГц, что значительно комфортнее. Переключение шага перестройки осуществляется по кругу кнопкой **STEP**. Дополнительно в режиме SSB **кнопка валкодера** переключает шаг 100 Гц – 1 КГц по кругу. В AM и FM эта кнопка включает автопоиск станций. Направление поиска определяется тем, в какую сторону поворачивался валкодер перед входом в режим автопоиска. Конечно, автопоиск хорошо работает только при отсутствии помех и достаточно сильном сигнале. Впрочем, это свойственно любому приемнику с функцией автопоиска.

Кнопка **MODE** в FM переключает режимы MONO – STEREO. Если справа от частоты на дисплее символы **ST** – станция принимается в STEREO режиме, если **MN** – включен режим принудительного MONO. Если нет никаких символов – включен режим STEREO, но уровень сигнала недостаточен, либо станция вещает в MONO. На остальных диапазонах эта кнопка переключает режимы AM – USB – LSB. Причем, если частота ниже 11 МГц, при переходе в SSB из AM включится LSB, если частота больше 11 МГц – USB. Разумеется, LSB и USB можно переключать на любой частоте.

Кнопка **Band Width (BW)** в FM включает и выключает вывод RDS и индикацию соотношения сигнал/шум (SNR). На остальных диапазонах эта кнопка переключает ширину полосы пропускания точно также, как и во всех альтернативных прошивках. Переключать полосу в вещательном FM диапазоне нет необходимости, она всегда максимально возможная – 110 КГц. Сужение полосы резко снижает качество сигнала. Ведь это все-таки не приемник охотника за DX.

Кнопка **AGC** включает или выключает АРУ и переключает аттенуатор на входе 00, -06, -12 или -18 dB. Почему именно такие цифры? Потому что 6 dB это в 2 раза по напряжению. При желании эти значения можно изменить в программе. В SSB входной аттенуатор не оказывает влияния на уровень сигнала, очевидно, это особенность Si4732.

Кнопки **BAND+** и **BAND-** переключают по кругу диапазоны. FM1 64 – 84 МГц, FM2 84 – 108 МГц, LW 150 – 520 КГц, MW 520 – 1720 КГц, SW 1720 КГц – 30 МГц. Диапазон SW разбит на 17 поддиапазонов, их границы и количество при желании можно изменить в программе. Любые из этих диапазонов можно также исключить, если они не нужны.

Кнопки **VOL+** и **VOL-** регулируют громкость.

Одновременное нажатие **VOL+** и **VOL-** сохраняет текущие настройки приемника в энергонезависимой памяти. После записи в EEPROM экран на 0,5 сек переключается в инверсный режим сигнализируя о сохранении настроек. В базовой прошивке настройки сохраняются, если в течение 10 сек не нажималась ни одна из кнопок и не поворачивался валкодер. Но ведь ресурс EEPROM хоть и большой, но не безграничный. Кроме того, если в момент обращения к EEPROM выключить питание, информация в памяти может исказиться. Да и не всегда нужно каждые 10 сек сохранять текущие настройки.

Чтобы записать в EEPROM значения по умолчанию следует включить питание при нажатой кнопке валкодера. После завершения записи на дисплее появится сообщение «EEPROM RESETED». Алгоритм обработки нажатия кнопок я тоже изменил, теперь они более адекватно реагируют на команды пользователя.

В правом нижнем углу дисплея индицируется уровень заряда батареи в процентах. 100% – это 4,0 вольта; 0% – это 3,2 вольта. Чтобы эта индикация заработала, нужно дополнительно припаять два резистора, о чем я писал выше. Вот так выглядит дисплей в AM и FM диапазонах.



Я изменил некоторые константы в программе чтобы приемником было комфортнее пользоваться. Soft Mute отключен на всех диапазонах, также я попытался оптимизировать постоянные времена АРУ в AM диапазонах. S-meter в AM диапазонах выводить не стал, т.к. он почему-то создает помехи приему. В FM вместо него вывел показание соотношения сигнал/шум (SNR), что, мне кажется, более информативно. Помех от него не заметил, но, если они вдруг где-то появятся, SNR и RDS можно отключить кнопкой BW.

Если бы я сам собирал такой приемник, то добавил бы в него еще две кнопки – одну для сохранения настроек в EEPROM, а вторую для временного отключения звука – MUTE. И использовал бы OLED дисплей с диагональю 1,3", а не 0,96". В программе предусмотрена возможность использования дисплея на основе контроллера как SSD1306, так и SH1106. Но в ATS-20 приходится довольствоваться тем, что есть.

Файлы проекта доступны для скачивания, ссылка в конце странички. При модификации программы изменяйте текст на заставке, которая выводится при старте программы.

Компиляция и загрузка программы.

Для компиляции программы необходимо подключить следующие библиотеки:
[PU2CLR SI4735 Library for Arduino](#) и [Arduino Library for SSD1306 OLED displays](#)

Причем в библиотеке дисплея SSD1306Ascii необходимо откорректировать файл шрифта **lcdnums14x24.h**. В этом шрифте нет символа пробела, поэтому я заменил неиспользуемый символ «-» пробелом.

Комментируем строки символа «-»:

```
// 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

```
// 0x00, 0x00, 0x10, 0x38, 0x38, 0x38, 0x38, 0x38, 0x38, 0x38, 0x10, 0x00,
// 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // -
```

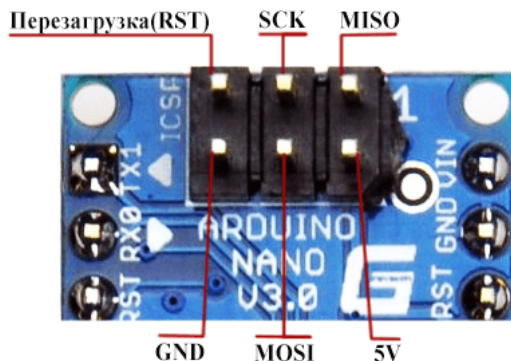
И на их место добавляем следующие строки:

```
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // SPC
```

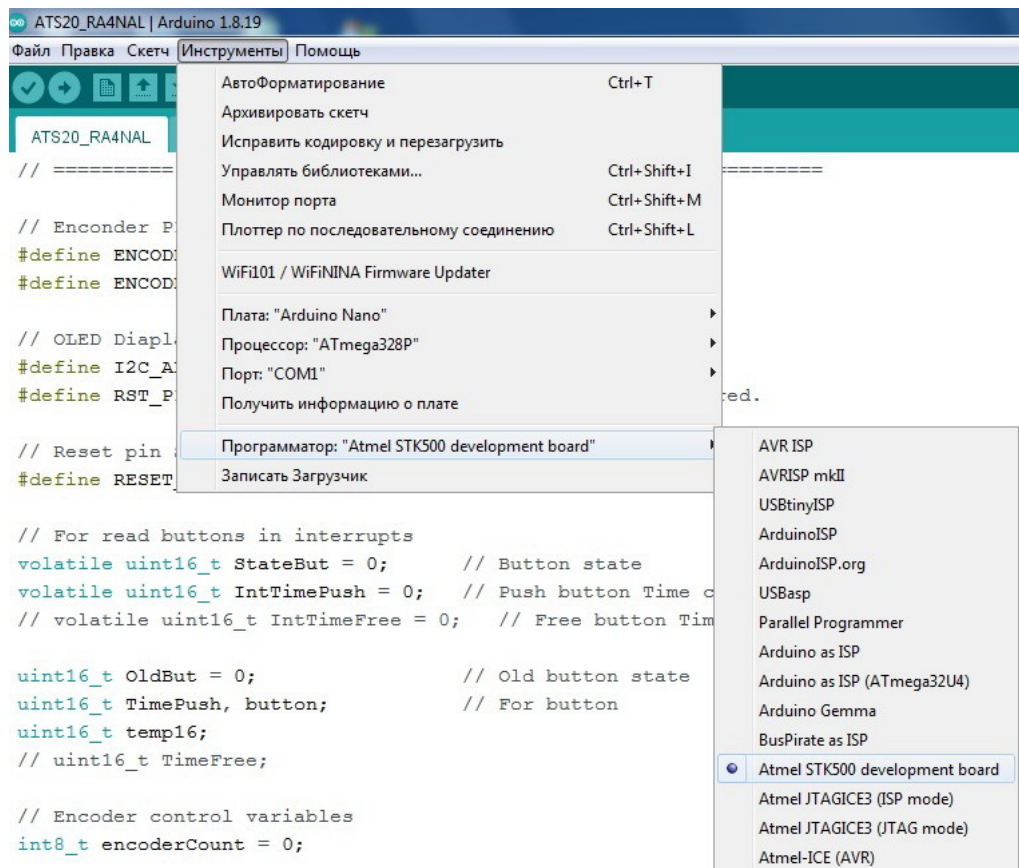
Эти изменения уже внесены в файл шрифта **lcdnums14x24.h** библиотеки SSD1306Ascii-1.3.1, которая есть в архиве с прошивкой. Если нет желания компилировать программу, можете использовать уже готовый HEX файл прошивки. В архиве он в двух вариантах – для нормального и инвертированного энкодера (выводы 2 и 3 на плате Arduino меняются местами). О том, как подключать библиотеки Arduino можно найти много информации, не буду останавливаться на этом. Если не будет нужных библиотек, в процессе компиляции появится сообщение об ошибке. Ссылка на архив с программой в конце странички.

Теперь о том, как запрограммировать Arduino. Обычно это производится непосредственно из среды разработки Arduino IDE после компиляции программы. На плате Arduino Nano есть разъем mini USB для этого. Однако, при попытке загрузить прошивку, программа сообщала об ошибке. Другого с моим приемником и быть не могло, т.к. компьютер никак не реагировал на его подключение к порту USB. Плохой кабель исключаем – менял. Нерабочий загрузчик в контроллере Arduino тоже исключаем, т.к. на плате установлен отдельный конвертер USB-COM, который должен создавать виртуальный порт. Драйвер установлен, но даже если бы он и не был установлен, система сообщила бы о неопознанном USB устройстве. А тут вообще никакой реакции. Какая микросхема USB-COM установлена, и вообще, установлена ли она, сказать сложно, т.к. эта микросхема смонтирована на нижней стороне платы. Ну не выпавать же Arduino из приемника.

В общем, еще один аппаратный глюк. А ведь я специально выбирал приемник, в котором установлена плата Arduino, а не распаянный на основной плате контроллер (бывают такие модификации ATS-20). К счастью, в Arduino предусмотрен отдельный разъем для программирования.



К нему можно подключить внешний программатор. В среде разработки Arduino IDE предусмотрена возможность использования внешних программаторов, список поддерживаемых типов довольно большой.



Пришлось использовать мой аналог STK500, который я сделал более 10 лет назад. К сожалению, в таком варианте теряется единственное отладочное средство Arduino – монитор порта, что сильно затрудняет отладку программы. В принципе, можно использовать и внешний USB-COM, но неудобно подключаться к выводам RX и TX на плате. Так или иначе, программу я написал и отладил. Детально описывать процесс загрузки прошивки в Arduino не буду, на эту тему можно найти много информации. Кстати, если использовать внешний программатор, можно затереть встроенный загрузчик в контроллере освободив больше места для основной программы. В этом случае желательно отредактировать FUSE биты, чтобы при подаче питания управление сразу передавалось на основную программу, которая начинается с адреса 0x0000. При этом несколько уменьшится задержка при старте программы.

Удивительно, но в Arduino изначально были установлены биты защиты от чтения прошивки. Т.е. загрузить новую прошивку можно только после полного стирания памяти. Естественно, старая прошивка при этом безвозвратно теряется. Все в лучших традициях современных гаджетов. Загрузить новую прошивку можно, а вот сохранить старую нельзя. Новая прошивка не работает? Ваши проблемы, несите свой кирпич в сервисную службу.

Выводы.

Учитывая соотношение возможностей, параметров и цены приемник ATS-20 заслуживает серьезного внимания. В качестве основного приемника охотника за DX он, конечно, не подойдет, но для путешествий по эфиру в поездках вполне пригоден. Да и просто интересен сам по себе – до чего дошла наука! Но его базовую прошивку нужно однозначно сразу менять.

Не знаю, это мне так повезло или все ATS-20+ имеют описанные выше аппаратные глюки. Поэтому, если вы решили приобрести этот приемник, будьте готовы к тому, что придется посидеть с паяльником и компьютером, т.к. ATS20+ больше похож на радионабор для творчества, а не на законченную и готовую к употреблению конструкцию.

Думаю, лучше выбрать ATS-20 без плюса, чтобы не мучиться с доработкой входных цепей. Но желательно, чтобы в приемнике был стандартный Arduino Nano, а не распаянный непосредственно на основной плате контроллер. Проще будет подпаять дополнительные резисторы для контроля питания. Да и меньше проблем с загрузкой прошивки, если встроенный загрузчик не заработает, как в моем случае.

Чувствительность и избирательность ATS-20 вполне удовлетворительны. Динамический диапазон не проверял, но при работе на телескопическую антенну проблем нет. Микросхемы серии Si473X работают по принципу SDR, поэтому должны быть паразитные каналы приема на нечетных гармониках. Тоже специально не искал. Заметил только пораженную точку на FM около 96 МГц. Ну и еще можно отметить довольно большой уровень внутренних шумов и незначительное влияние на частоту настройки положения в пространстве телескопической антенны в режиме SSB. Ничего удивительного, ведь частота опорного кварца 32768 Гц. Подчеркиваю, что отклонение частоты небольшое, практически не мешающее приему, но для цифровых видов связи это может быть существенным.

Вообще, разработчики первоначально не планировали реализовывать SSB в Si473X, но оказалось, что после загрузки в микросхему дополнительного программного обеспечения, это возможно. Так что не нужно ждать чудес, главное, что работает. А все недостатки с лихвой окупаются простотой конструкции.

Из конструктивных недостатков еще отмечу необходимость вручную переключать антенну с FM на AM. Это несколько напрягает. Была идея заменить механический переключатель электронным типа PE4253. К сожалению, вся приобретенная ранее на Aliexpress партия этих коммутаторов оказалась бракованной. Из 20 штук не смог выбрать ни одного рабочего. Оба канала замкнуты либо разомкнуты при любых комбинациях управляющих сигналов. Может быть, я что-то не так делал, но вроде бы все согласно datasheet. Еще одно подтверждение того, что подавляющее большинство ВЧ микросхем на Aliexpress бракованные или перемаркированные. Так что эту модернизацию я отложил до лучших времен.



Можно найти и другие приемники на основе Si4732. Например, ATS-25, ATS- 80 или ATS-100. Отличаются они от ATS-20 типом дисплея и ценой (разумеется, в большую сторону). В этих приемниках установлен большой цветной сенсорный дисплей 2,4". Выглядит красиво, но на радиотехнические параметры это никак не влияет, т.к. основа приемников все та же Si4732, никаких фильтров на входе нет, да и ручное переключение антенны с FM на AM осталось. В ATS-25 управляющий контроллер уже не AVR, а ESP32 с модулем WiFi. Но если есть WiFi, значит вы отнюдь не в лесу, а ведь приемник на Si473X хорош только там, где нет электронного смога. В ATS-25 также есть возможность вывести на дисплей панораму, правда не уточняется, что она будет отнюдь не в реальном времени. Подробности смотрите на сайте российских разработчиков альтернативных прошивок для ATS-25

Лично мне сенсорные кнопки не нравятся, обычные гораздо удобнее. Ведь их можно нащупать не глядя и глотать они гораздо меньше. Кроме того, цветной дисплей потребляет бОльший ток, что отнюдь не способствует снижению уровня помех от него и вынуждает использовать в приемнике аккумулятор большей емкости. Габариты приемника тоже возрастают. Но, разумеется, для кого-то красивый внешний вид может оказаться решающим аргументом.

Наверное, сейчас практически все фирменные бюджетные всеволновые радиоприемники изготавливаются на основе Si473X. Поэтому, если нет желания ковыряться во внутренностях, приобретайте аппарат какой-нибудь известной фирмы, например, Tecsun PL-330. Его стоимость практически равна стоимости ATS-80 или ATS-100, в нем есть фиксированные настройки в FM, магнитная антенна на средние и длинные волны, а также полосовой фильтр на КВ диапазоны. Но ковыряться в прошивке и что-то переделывать под себя тут уже не получится. И форм-фактор его мне не нравится – плоский, неустойчиво стоит на столе.

Еще можно рекомендовать в данной ценовой категории Tecsun PL-600 или, чуть дороже, PL-660. По внешнему виду и габаритам они почти не отличаются от PL-330. Это уже более профессиональные аппараты, но управление уж очень навороченное. Без бутылки инструкции не разберетесь, как зарядить батарею или, например, занести в память фиксированные настройки.

На Aliexpress можно найти и полноценные автономные SDR с водопадом и панорамой в реальном времени, например, Malahit, DeepSDR. Но за сенсорный дисплей 4,3" и более широкий диапазон принимаемых частот придется заплатить несколько дороже.

Это, конечно, далеко не полный перечень доступной современной радиоприемной аппаратуры. Так что, ищите разумный компромисс между желанием и возможностями. Если интересует только вещательный FM диапазон, нет смысла переплачивать, можно выбрать в разы более дешевый аппарат, их выбор велик.

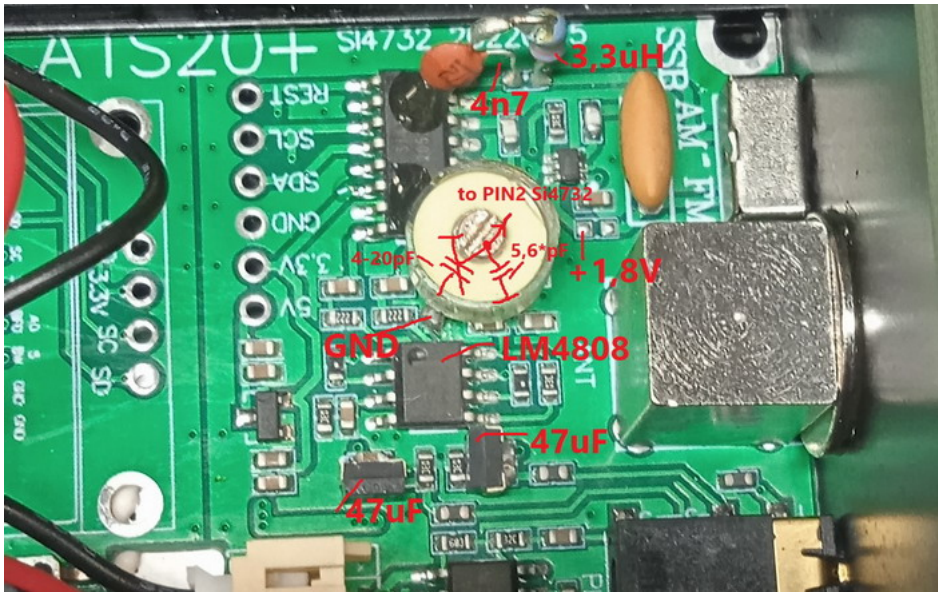
Дополнение 09.2023г.

Вследствие своей простоты, относительно низкой стоимости и сравнительно хороших параметров этот приемник довольно популярен среди радиолюбителей. Один из пользователей ATS-20+ поделился со мной своими доработками и усовершенствованиями этого аппарата. Он предложил несколько очень разумных аппаратных и программных модернизаций, которыми я и делюсь с вами.

Я описал выше доработку схемы подключения антенны в расчете на использование телескопической антенны. Но в стационарных условиях разумнее использовать внешнюю антенну. В этом случае нет необходимости добавлять истоковый повторитель, целесообразнее вместо него установить фильтр нижних частот с частотой среза около 30 МГц. В простейшем случае это просто дроссель 3,3 мкГ, который совместно с емкостью входа Si4732 работает как ФНЧ.

Большинство радиолюбителей работают сейчас на частотах кратных 1 КГц, а точность установки частоты опорного генератора в ATS-20+ оставляет желать лучшего. Поэтому точного шага в 1 КГц при перестройке приемника не получается. Если вас напрягает часто включать точную подстройку, можно попытаться откалибровать опорный генератор. Проще всего это сделать добавив емкость конденсатора, подключенного к кварцу или припаять дополнительно подстроечный конденсатор. Калибровку следует проводить в диапазоне 28 МГц. Имейте в виду, что температурная стабильность малогабаритных подстроечных конденсаторов очень низкая.

Качество звука на наушники можно улучшить, если припаять параллельно разделительным конденсаторам между выходами TDA1308 и разъемом наушников (на схеме ATS-20 это C16 и C17) дополнительные конденсаторы емкостью 47 мкФ. Это существенно поднимет уровень низких частот в наушниках, если наушники качественные, конечно... Все эти доработки показаны на фотографии.



И еще одна очень простая модернизация. Качество звучания приемника через динамик можно несколько улучшить за счет увеличения отдачи на низких частотах. Для этого достаточно заклеить полоской картона вентиляционные отверстия в нижней части лицевой панели приемника. Внутри корпуса, разумеется.

Радиолюбитель, пожелавший сохранить инкогнито, внес также некоторые изменения и дополнения в программу. Вот что он изменил.

Все принимаемые частоты разбиты на две группы - вещательные и любительские диапазоны. Соответственно, нет непрерывного приема от длинных волн до 30 МГц, а есть только участки вещательных и любительских диапазонов. Причем в вещательных диапазонах автоматически включается АМ, а в любительских USB или LSB в зависимости от частоты. С одной стороны это удобно для пользователя, а с другой - нет возможности включить SSB на вещательных диапазонах или сменить боковую полосу на любительских, если это по каким-то причинам потребуется.

Освободившаяся кнопка «MODE» использована для режима MUTE. Полезная функция для случая, когда, например, жена зовет вас обедать... Переключение MONO-STEREO в FM перенесено на кнопку «BW». Также несколько увеличено время отпускания АРУ. По утверждению автора, так меньше шума. Вместо цифровой индикации SNR, на дисплее на всех диапазонах неотключаемый псевдоаналоговый S-метр. Добавлен также шаг перестройки 9 КГц.

Выкладываю этот вариант программы «как есть», ссылка в конце странички. Пробуйте, сравнивайте и выбирайте то, что наиболее удобно для вас. Для этого варианта проекта нужно также подключать упоминавшиеся ранее библиотеки.

Дополнение 10.2023г.

Оказалось, что качество приема в режиме SSB можно улучшить за счет использования встроенной в Si4732 системы AVC (APU по низкой частоте). Уровень шумов удалось уменьшить, а характерный «пшик» стал практически незаметен. Идея прошла три классические стадии -- этого не может быть -- в этом что-то есть -- это же очевидно! И все благодаря одному из пользователей ATS-20, который пожелал остаться анонимным. С его любезного разрешения я добавил эту функцию и в свой вариант прошивки. Отличие прошивок описано выше, в основном, это разбивка по диапазонам и вид S-метра. В новой версии программы исправлены также мелкие ошибки и недоделки, которые выявились в процессе эксплуатации. Ссылки на оба варианта программы в конце странички.

© 2023г.



[Принципиальная схема приемника ATS-20](#)



[Принципиальная схема приемника Tecsun PL330](#)



[Платы в Sprint Layout и схемы в sPlan](#)



[Исходные тексты программы и прошивка ATS-20 от RA4NAL для Arduino Nano](#)



[Альтернативный проект для ATS-20 от одного из радиолюбителей.](#)