**Процессор**

**В качестве процессорного модуля используется ATMega328 на готовой плате Arduino Nano v3, работающая при 5в питания. Так как TFT и Si570/Si5351 работают при 3.3в используются готовые модули преобразователей уровня. При необходимости их можно собрать из дискретных элементов (см. Level-translation.png).**

**Источники в сети говорят о том что эту плату возможно использовать и при пониженном до 3.3в питании, но надо учитывать, что такой режим работы без понижения тактовой частоты процессора является нештатным без гарантии 100% работоспособности. Вся подключаемая к синтезатору периферия будет работать при 3.3в питании, кроме LCD 1602 – ему необходимо дополнительно 5в для нормальной подсветки (при этом логика нормально работает при 3.3в).**

**Другой вариант работы при 3.3в – использовать специальную версию Arduino Nano под 3.3в. Она работает при тактовой частоте 8MHz - в два раза ниже чем 5в версия.**

**Дисплей**

**На данный момент поддерживаются три типа дисплеев – два TFT на чипах ILI9341 и ST7735 работающих по SPI шине и LCD 2x16 работающий по I2C шине. Подключение их стандартное (см. соответствующие схемы). Управляющие сигналы для TFT дисплеев подаются через преобразователь уровней, т.к. эти дисплеи работают при напряжении 3.3в. Вход RESET у TFT дисплеев соединяется с +3.3в. В config\_hw.h необходимо указать используемый дисплей раскоментарив один из дефайнов DISPLAY\_ST7735, DISPLAY\_ILI9341, DISPLAY\_1602. Управляющая программа может работать без подсоединенного дисплея. При этом все дефайны должны быть закоментарены.**

**Для работы с TFT дисплеями требуется внешняя библиотека** [PDQ GFX](https://github.com/andrey-belokon/PDQ_GFX_Libs)**. Необходимо установить модули PDQ\_GFX и PDQ\_ILI9341/PDQ\_ST7735.**

**Валкодер**

Синтезатор может работать как с оптическим энкодером, выдающим порядка 400 имп/оборот, так и с простым механическим на 20 импульсов. Оптический энкодер обрабатывается по прерываниям, а механический – опросом с подавлением дребезга. Для механического энкодера учитываются промежуточные состояния, что позволяет получить в 4 раза большее количество импульсов – 80 на один оборот.

Выбор и настройка параметров энкодера производится в модуле config\_hw.h. Для выбора типа энкодера необходимо раскоментарить одно из определений

//#define ENCODER\_OPTICAL  
//#define ENCODER\_MECHANIC

Количество импульсов на оборот задается константой

#define ENCODER\_PULSE\_PER\_TURN 360

В обычном режиме перестройка составляет 3kHz на оборот (ENCODER\_FREQ\_LO\_STEP). В ускоренном режиме в 4 раза выше - 12kHz на оборот (ENCODER\_FREQ\_HI\_STEP). Переключение между обычным и ускоренным режимом перестройки осуществляется автоматически в зависимости от скорости вращения валкодера – если за секунду частота изменилась более чем на 4kHz то энкодер переходить в ускоренный режим.

При вращении валкодера с нажатой кнопкой **Fn** частота настройки будет изменяться с 10ти кратным ускорением - 30 kHz на оборот. Кратность задается константой ENCODER\_FN\_MULT в модуле config\_hw.h.

**Часы реального времени и EEPROM**

При использовании дисплея TFT ILI9341/ST7735 программа отображает текущую дату и время если подключен модуль часов реального времени. Прошивка умеет работать со следующими типами часов:

1. TinyRTC (DS1307). Модуль требует [незначительной доработки для питания от обычной батарейки CR2032](http://dspview.com/viewtopic.php?f=24&t=176). Содержит EEPROM AT24C32
2. PCF8563. Не содержит EEPROM
3. DS3231. Содержит EEPROM AT24C32. Обладает высокой точностью хода (+-2мин/год). Рекомендуется к применению

Для указания используемого типа часов необходимо раскоментарить один из define RTC\_DS1307, RTC\_PCF8563, RTC\_DS3231 в модуле config\_hw.h.

Энергонезависимая память EEPROM используется для сохранения состояния синтезатора при выключении питания. Используется интеллектуальный алгоритм для минимизации количества циклов записи.

В случае если необходим функционал сохранения состояния, но часы реального времени не используются или не содержат EEPROM можно установить AT24C32 отдельно – см. схему EEPROM-24C32.png в альбоме схем.

**Клавиатура KEYPAD\_7**

**Все кнопки на клавиатуре имеют две функции. Основная – вызывается просто нажатием кнопки. Вторичная – вызывается при нажатии кнопки с одновременным нажатием кнопки Fn.**

**Att/Pre  
--------------------  
QRP**

**VFO A=B  
--------------------  
Ham/GC**

**Fn  
--------------------  
Menu**

**Band Up  
--------------------  
RIT**

**Band Down  
--------------------  
Zero**

**Lock  
--------------------  
Mode**

**VFO A/B  
--------------------  
SPLIT**

**BandUp**, **BandDown** - переключение по диапазонам в режиме любительских диапазонов. Увеличить/уменьшить частоту настройки на 1МГц в режиме непрерывного перекрытия.

**Lock** - блокировка валкодера и команд клавиатуры, которые могут привести к изменению частоты настройки. При этом вспомогательные функции остаются доступными (например включение аттенюатора)

**VFO A/B** - на каждом диапазоне доступны два гетеродина с независимой частотой настройки. Кнопка позволяет переключаться между ними

**Att/Pre** - По кругу включает аттенюатор, УВЧ, или отключает оба

**VFO A=B** - устанавливает частоту второго гетеродина равной частоте текущего. При этом переключение гетеродинов не происходит

**RIT** - включает режим расстройки при приеме. Расстройка задается переменным резистором в пределах -1.2..+1.2kHz. Максимальная величина расстройки задается константой RIT\_MAX\_VALUE в config\_hw.h

**Zero** - выставляет частоту "по нулям". Частота округляется до ближайшего целого числа kHz

**Mode** - переключение режима работы (LSB/USB/CW/AM…)

**Split** - включает split-режим, в котором при переходе в режим передачи происходит переключение на другой гетеродин.

**QRP** - включает режим работы пониженной мощностью и формирует сигнал на выходе синтезатора “QRP”

**Ham/GC** - кнопка переключает режим непрерывного перекрытия 1-30MHz и работу на преднастроенных (любительских) диапазонах

Для вызова меню необходимо дважды нажать кнопку **Fn** в течении 1 сек.

**Клавиатура KEYPAD\_6**

**Все кнопки на клавиатуре имеют несколько функций. Основная – вызывается просто нажатием кнопки. Вторичная – вызывается при длительном нажатии (Long) и дополнительная - нажатии кнопки с одновременным нажатием кнопки Fn (вначале нажимаем кнопку Fn а потом требуемую кнопку не отпуская Fn).**

**RIT  
  
Fn: Zero**

**Fn   
  
Dbl:Menu**

**Band Down  
Long:Lock  
Fn:Ham/GC**

**Band Up  
Long: Mode**

**Att/Pre  
Long:Tune  
Fn:QRP**

**VFO A<->B  
Long:VFO A=B  
Fn:SPLIT**

**BandUp**, **BandDown** - переключение по диапазонам в режиме любительских диапазонов. Увеличить/уменьшить частоту настройки на 1МГц в режиме непрерывного перекрытия.

**Att/Pre** - По кругу включает аттенюатор, УВЧ, или отключает оба

**VFO A<->B, A=B** - на каждом диапазоне доступны два гетеродина с независимой частотой настройки. Кнопка позволяет переключаться между ними. *При длительном нажатии устанавливает частоту второго гетеродина равной частоте текущего (запоминает текущую частоту во второй ячейке). При этом переключение гетеродинов не происходит*

**RIT** - включает режим расстройки при приеме. Расстройка задается валкодером в пределах -1.2..+1.2kHz (задается константой RIT\_MAX\_VALUE в config\_hw.h)  
Одиночное нажатие включает/выключает расстройку. *При нажатии и одновременном вращении валкодера изменяется величина расстройки.*

**Lock** - блокировка валкодера и команд клавиатуры, которые могут привести к изменению частоты настройки. При этом вспомогательные функции остаются доступными (например включение аттенюатора). При нажатии **BandUp/Down** блокировка снимается но переход на другой диапазон не происходит.

**Zero** - выставляет частоту "по нулям". Частота округляется до ближайшего целого числа kHz

**Ham/GC** - кнопка переключает режим непрерывного перекрытия 1-30MHz и работу на преднастроенных (любительских) диапазонах

**Split** - включает split-режим, в котором при переходе в режим передачи происходит переключение на другой гетеродин.

**Mode** - принудительное переключение режима работы (LSB/USB/CW/AM…)

**QRP** - включает режим работы пониженной мощностью и формирует сигнал на выходе синтезатора “QRP”

**Tune** – режим настройки с пониженной мощностью. Выключается при нажатии любой кнопки

Для вызова меню необходимо дважды нажать кнопку **Fn** в течении 1 сек.

При необходимости клавиши могут быть переназначены. Для этого надо изменить

const uint8\_t KeyMap[]

в модуле Keypad\_6\_I2C.cpp

**Подключение микросхем синтезаторов**

Программа умеет работать с синтезаторами Si570 и Si5351. Они могут быть установлены как оба одновременно, так и любой по отдельности. При установке двух синтезаторов сигнал первого гетеродина всегда формируется с помощью Si570, т.к. она имеет меньшие фазовые шумы, а второй и третий (по необходимости) на выходах Si5351. В случае если установлен один только Si570 то формируется единственный сигнал первого гетеродина.

При использовании KEYBOARD\_6 регулировка RIT производится с помощью валкодера. При этом pin A7 программируется как out. С помощью него осуществляется коммутация двух синтезаторов типа Si5351

**Калибровка частоты**

Пропишите частоту примененного кварца для Si5351 в константе SI5351\_CALIBRATION в config\_hw.h.

Для точного задания частоты генерации необходимо провести калибровку. Выберите в пункт меню «Калибровка».

В случае установленной Si570 измерьте частоту на ее выходе. Измените константу SI570\_CALIBRATION в config\_hw.h на измеренную частоту.

В случае установленной Si5351 измерьте частоту на ее выходе CLK0. Измените константу SI5351\_CALIBRATION в config\_hw.h на измеренную частоту.

**Назначение пинов процессора**

**D4. In TX** – включение режима передачи. Активный уровень – низкий.   
Вход защищен от дребезга контактов кнопки. В режиме TX блокируются любые действия с клавиатурой и валкодером. На выходе TX формируется активный управляющий сигнал.

**D6. Out TX** – выход сигнала переключения тракта в режим передачи. Активный уровень – высокий

**D5. In Tune** – вход включение режима настройки. Активный уровень – низкий.  
Вход защищен от дребезга контактов кнопки. В режиме TUNE формируются управляющие сигналы TX, QRP и Tone. В результате формируется SSB сигнал передатчика частотой 1kHz (в заданной боковой полосе) пониженной мощности. Режим предназначен для безопасной настройки согласования с антенной.

**D7. Out QRP** – выход сигнала включения режима пониженной мощности. Активный уровень – высокий

**D8. Out Tune tone** - на этом выводе генерируется сигнал частотой 1kHz в режиме Tune. Необходимо подключить этот вывод через аттенюатор к микрофонному усилителю трансивера

**A6. S-Meter** - вход сигнала S- метра. Входное сопротивление высокое, что позволяет подключать вход непосредственно к конденсатору детектора АРУ. Калибровка S-метра производится в соответствующем пункте меню. В зависимости от калибровки автоматически выбирается режим прямой либо инверсной шкалы.

**A7. RIT/Si5351 Select** – при использовании KEYBOARD\_7 - вход напряжения управляющего расстройкой в режиме RIT. Диапазон напряжений 0-5в. При использовании KEYBOARD\_6 – выход управляющий выбором Si5351 на шине I2C.

**P11,D2,D3. Encoder** - разъем подключения энкодера. Цвета соответствуют оптическому энкодеру на 360-400 импульсов на оборот. При подключении механического энкодера питание не подключается

**P2,RxD,TxD. COM** - Сигналы COM-порта RxD и TxD. Позволяют подключить Bluetooth модуль для беспроводного управления по CAT-протоколу.

**A0,A1,A2,A3** - Свободные пины A0-A3.

**Порт управления трансивером**

Выходы управления ДПФ, аттенюатором, УВЧ, выбора КФ. Реализован на PCF8574 и подключен к процессору по шине I2C (см. Band-control-PCF8574AT.png). Возможна так же реализация на готовом модуле адаптера I2C-LCD (см. Band-control-I2C-LCD-adapter.png), но при этом количество доступных выходом уменьшается до 7.

На выводах 1-4 формируется двоичный код диапазона. 5й вывод – включение «узкого» CW-фильтра. 6й вывод – включение аттенюатора. 7й вывод – включение УВЧ. 8й вывод – режим LSB/USB.

Логика формирования сигналов описана в функции **UpdateBandCtrl** в модуле Syntez.ino. Номера пинов можно перепрограммировать изменяя константы в config\_hw.h.

**Расширение портов и подключение периферии**

Наличие на плате процессора слотов расширения I2C позволяет устанавливать конечные устройства управления трактом трансивера непосредственно в его блоках и минимизировать количество межблочных соединений.

Так, например, на плате процессора установлен расширитель PCF8574 для формирования сигналов управления ДПФ и аттенюатором/УВЧ. В зависимости от конструкции эту микросхему можно не устанавливать на плате процессора, а установить непосредственно во входном блоке ДПФ. Управление для нее берется с одного из разъемов расширения I2C. При этом в два раза сокращается количество проводов управления.