

Синтезатор частоты «Дружба-3М»

(модель RUStatic-8A, версия 3.01 2022г.)

Универсальный синтезатор частоты со статической индикацией RUStatic-8A разработан для работы с трансивером «Дружба-М», но фактически является универсальным и для других радиолюбительских конструкций от приемника до трансивера. Отличительной чертой данного синтезатора является простой, доступный и удобный в использовании индикатор на 7-сегментах. Данная индикация хорошо себя зарекомендовала во многих конструкциях по всему Миру. На экране – только частота! Глаз не устаёт от безумного количества информации в отличие от больших современных дисплеев трансиверов!

В качестве основных компонентов построения синтезатора мы выбрали высокопроизводительный процессор Atmel, микросхему-генератор Si5351 (уже зарекомендовавшую себя с лучшей стороны в радиолюбительских кругах), а также систему управления статической индикацией с помощью микросхем 74НС595, что делает синтезатор малозумным.

Технические характеристики

- Генератор частоты организован на микросхеме Si5351a
- Два выхода: основной и опорный генератор от 10 кГц до 99 МГц
- Управление производится энкодерами, кнопками под индикацией и внешней клавиатурой
- Шаг перестройки основного энкодера 10 или 100 Герц. На один оборот 1 КГц или 10 кГц. Вспомогательный энкодер позволяет устанавливать любой шаг от 1 Гц
- Клавиатура из 12 кнопок для ручного ввода частоты и изменения настроек синтезатора
- Кнопки-джойстик (влево-вправо-вверх-вниз-«ОК») для более удобного управления синтезатором.
- Управление переключением УВЧ, АТТ, АРУ, CW и RIT (на выходах напряжение 12В для переключения соответствующих реле на платах трансивера). Индикация переключений светодиодная над основным экраном.
- Быстрое переключение между радиолюбительскими диапазонами – 160, 80, 40, 30, 20, 17, 15, 12 и 10метров
- Режим расстройки управляется энкодером до ± 5 КГц от установленной частоты с шагом 10 Герц
- Поддержка сохраняемых частот VFO-A и VFO-2, а также быстрое переключение между ними.
- 4-х битный выход на переключение диапазонов на платах фильтров модификаций ВРF-9, ВРF-6, Дружба-3М, ФНЧ-2, ФНЧ-3М
- Встроенное меню для быстрой и удобной настройки промежуточной частоты (ПЧ), частоты опорного генератора и точной калибровки синтезатора
- Автоматический режим работы ПЧ для работы на «правильной» боковой полосе:
 - до 10,5 МГц складываем «+ПЧ»
 - выше 10,5 МГц вычитаем «-ПЧ»
- Высокопроизводительный процессор Atmel ATMEGA328A
- Светодиодная 8 разрядная индикация под управлением 74НС595
- Потребление – до 200 mA
- Рекомендуемое питание синтезатора 12В.

Комплектация

Синтезатор «Дружба-3М» поставляется в собранном виде, откалиброванным и полностью готовым к работе.

Синтезатор состоит из трех плат:

- Плата индикации на 8 разрядов (цвет индикации красный) с кнопками управления
- Основная плата синтезатора
- Плата клавиатуры для ввода частоты и кнопок управления.
- Энкодер механический (входит в комплект поставки)
- Стойки для крепления платы индикации и синтезатора между собой
- Энкодер оптический – в комплект не входит. Поставляется отдельно.

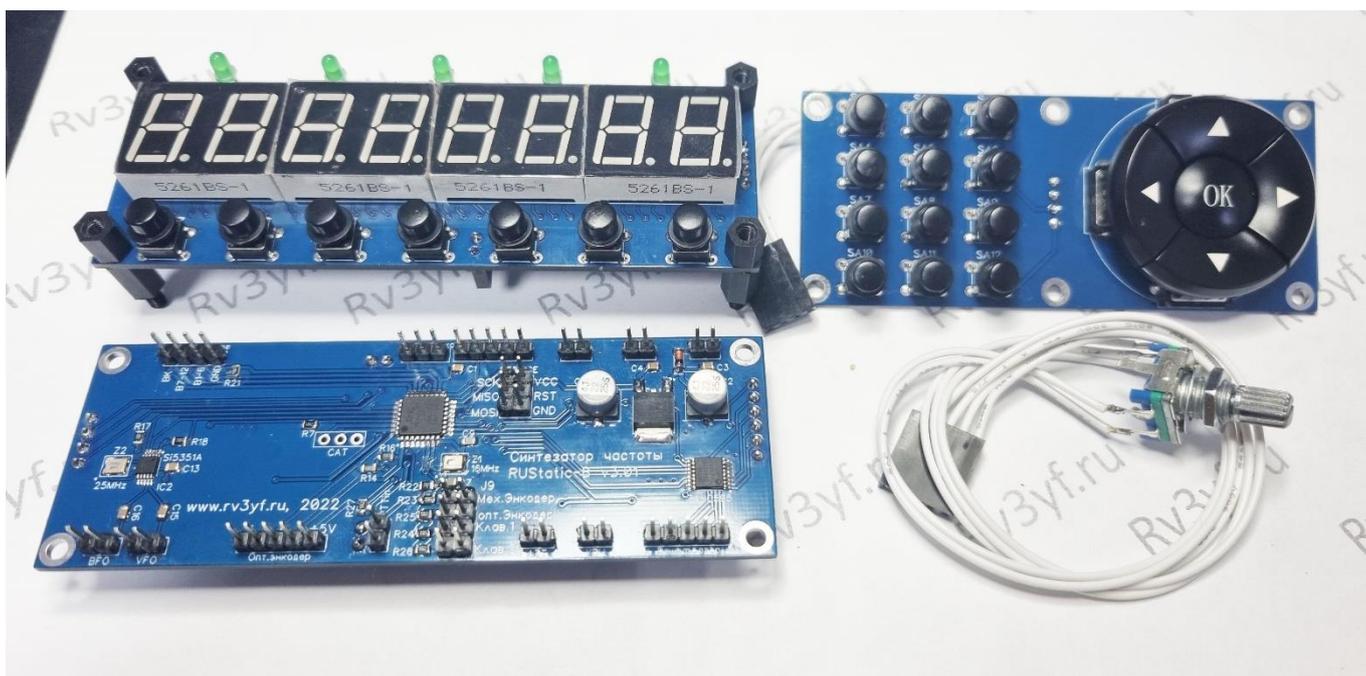


Схема размещения светодиодов и кнопок платы индикации

УВЧ



АТТ



АРУ



СW



РИТ



УСТ.ПЧ

УВЧ

АТТ

АРУ

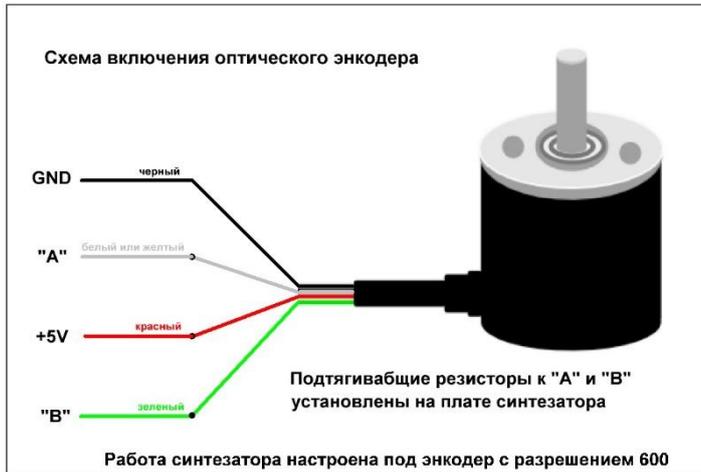
СW

РИТ

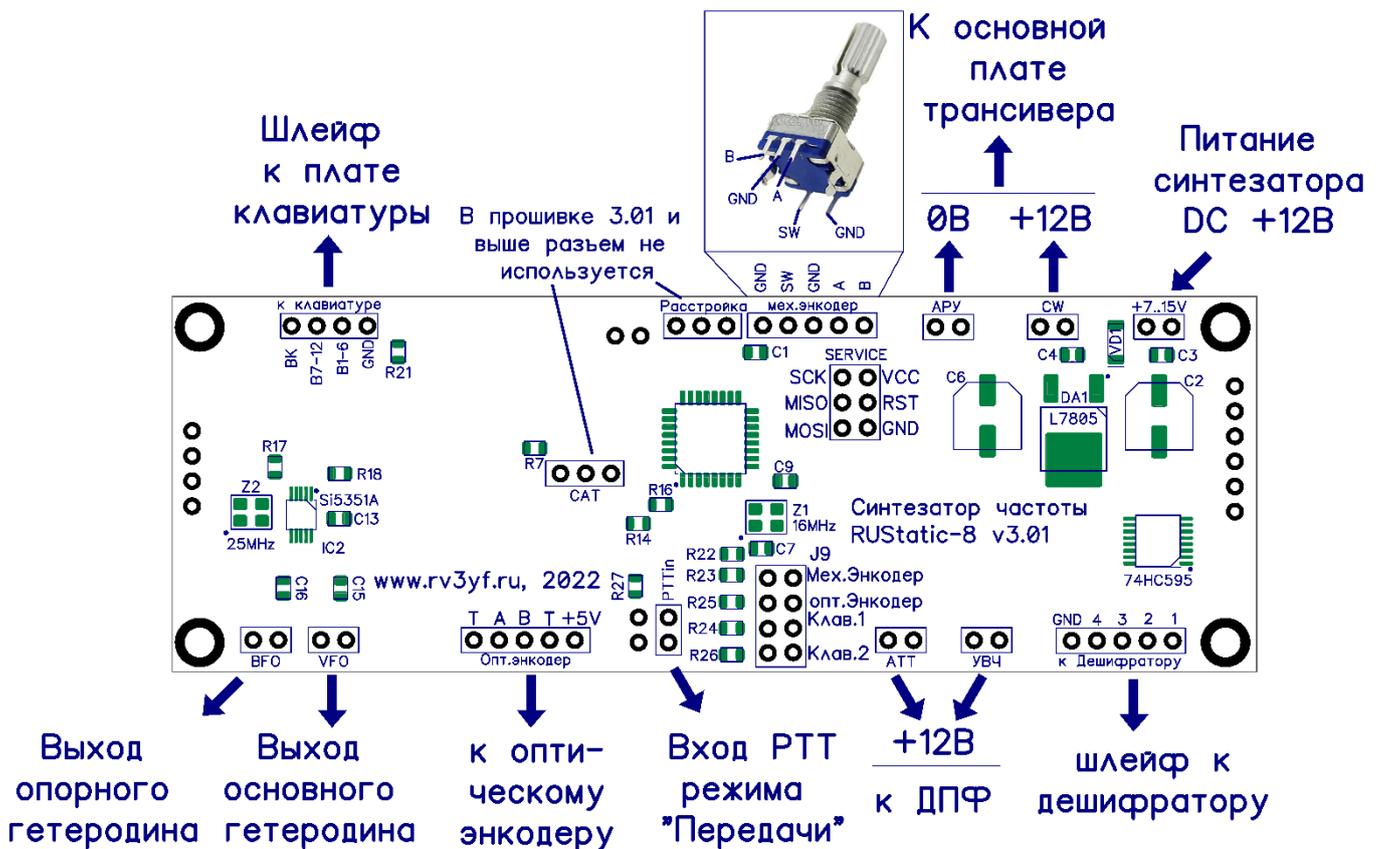
ШАГ

Подключение

Перед началом работы убедитесь, что питание синтезатора постоянного тока 12В; блок индикации надежно закреплен с основной платой синтезатора, а также правильно подключен шлейф внешней клавиатуры, механического и оптического энкодера (при его наличии). Схема подключения энкодеров указана на иллюстрации. Шлейф от клавиатуры подключается к соответствующим выводам, ориентируясь по нанесенной маркировке на обеих платах.



В рабочем режиме индикатор синтезатора отображает частоту активного основного гетеродина. Точность индикатора 8 разрядов, то есть 1 Герц. Над экраном установлены светодиоды для отображения активных режимов работы, а именно: УВЧ, АТТ, АРУ, СВ и РИТ (расстройки). Под экраном располагаются кнопки управления с соответствующими режимами, а также кнопки «Установки промежуточной частоты (ПЧ)» и изменение шага перестройки частоты для оптического энкодера.



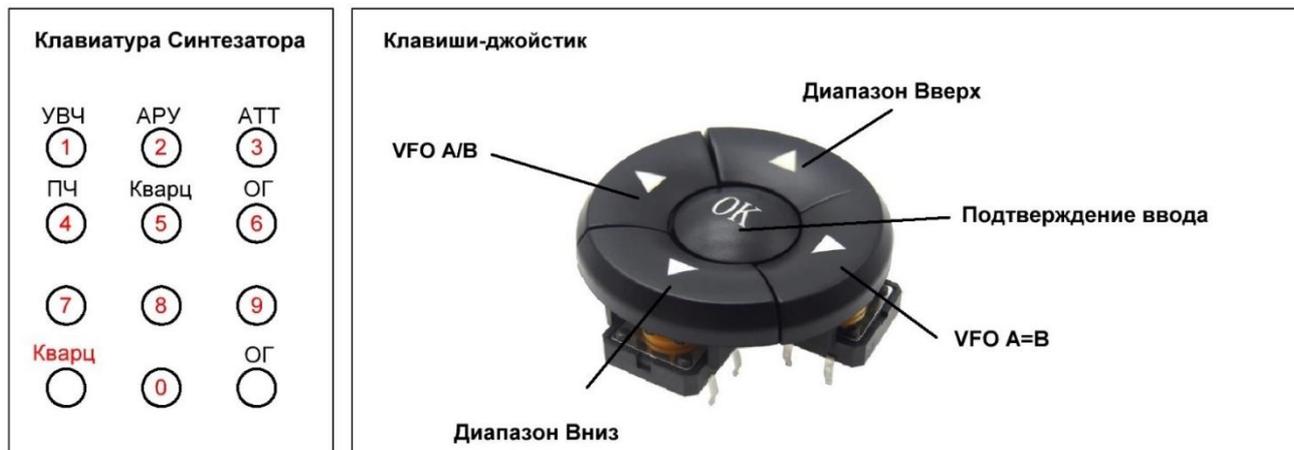
Управление синтезатором

Перестройка частоты осуществляется с помощью энкодеров: основного оптического и вспомогательного механического.

- **Основной оптический энкодер** имеет два варианта шага: 10 Герц и 100 Герц. Большое рабочее разрешение энкодера позволяет комфортно за один оборот перестраиваться на 1 кГц или 10 кГц соответственно. Это удобно как для точной настройки на частоту оператора, так и быстрого прохождения по диапазону. Шаг перестройки оптического энкодера изменяется однократным нажатием кнопки «Шаг» (SA1) под экраном синтезатора. Оптический энкодер не входит в стандартный пакет комплектации. Синтезатор может работать без подключения оптического энкодера к плате.
- **Вспомогательный механический энкодер** также используется для перестройки по частоте с заданным шагом. Шаг перестройки изменяется нажатием кнопки энкодера (по умолчанию установлено значение 1000 Герц). Для изменения шага перестройки необходимо выбрать необходимое значение энкодером, вращая вал влево-вправо. Значение меняется с шагом 50, а для значений менее 50 – с интервалом 1 Герц. Для подтверждения изменения шага перестройки частоты необходимо еще раз нажать кнопку энкодера. Экран подтвердит ввод данных коротким мерцанием, и вернется в рабочий режим, отобразив текущую частоту основного гетеродина.
- Для активации «расстройки» (RIT, SA2) используется соответствующая кнопка, находящаяся под экраном синтезатора. Активный режим расстройки отображается свечением светодиода (HL1). В режиме трансивера RX («на прием») при включенной расстройке перестройка частоты основным оптическим энкодером приостанавливается, а частота корректируется вспомогательным механическим энкодером с шагом 10 Герц. Значение этого шага не изменяется. Расстройку можно выполнять на 5 кГц выше или на 5кГц ниже установленной частоты, что вполне достаточно для выполнения своих функций. При переходе трансивера в режим TX («на передачу») синтезатор возвращает значение установленной частоты на выходе основного гетеродина, временно отключая расстройку. При переходе обратно на «прием» режим расстройки снова возвращается к работе на той же частоте. Значение дельты частоты расстройки, т.е. то изменение, на которую происходит изменение от основной частоты сохраняется при отключении/включении расстройки, а также на других частотах до отключения питания синтезатора.
- **Кнопки «УВЧ», «АТТ», «CW» (SA6, SA5, SA3)** осуществляют управление соответствующими режимами: усилитель высокой частоты, аттенюатор и телеграфный/телефонный режим трансивера. При активации режима отображается соответствующий светодиод над экраном, а также на одноименном выходе на плате синтезатора появляется напряжение +12В, которое подается на соответствующие реле на основной плате трансивера и диапазонных фильтров.
- **Кнопка «APY» (SA4)** осуществляет включение/выключение автоматической регулировки усиления трансивера. В трансивере «Дружба-3М» APY постоянно включена, и выключается замыканием выхода APY на «землю». Таким образом, при нажатии кнопки «APY» на выходе будет «0» (в отличие от режимов УВЧ, АТТ и CW). В этот момент светодиод будет активен и предупреждать о том, что «APY» отключена.
- Внешняя клавиатура изготовлена из двенадцати клавиш: 10 из них цифры от 0 до 9, и две функциональные кнопки «Кварц» и «ОГ» для настройки опорного гетеродина и точной калибровки синтезатора при необходимости.
- С помощью кнопок клавиатуры выполняется быстрый переход к необходимой частоте. При необходимости перейти на другую частоту необходимо набрать ее с помощью цифр с точностью до Герц. То есть, для частоты 14,175 МГц нужно набрать 14.175.000. При вводе

частоты синтезатор отвечает мерцанием экрана, чем подтверждает, что введенная частота активна и готова к работе.

- При вводе частот менее 10 МГц необходимо вводить 7 и менее цифр частоты, поэтому требуется подтверждение ввода кнопкой «ОК». Например, для ввода частоты 3,650 МГц, необходимо ввести 3.650.000, и нажать кнопку «ОК». Синтезатор выполнит мерцание экраном, и подтвердит, что частота введена в работу.



- При помощи клавиш «ВПРАВО» и «ВЛЕВО» на кнопках-джойстике выполняется управление и переключение между частотами VFO-A и VFO-B. При нажатии «ВЛЕВО» происходит переключение между VFO-A и VFO-B (т.е. A/B), а при нажатии «ВПРАВО» - частоты приравниваются между собой, т.е. A=B. При включении синтезатора обе частоты равны и соответствуют начальной частоте. Частота VFO-B не сохраняется в памяти синтезатора при отключении питания.
- При помощи **кнопок «ВВЕРХ» и «ВНИЗ»** происходит смена диапазона в соответствующую сторону. В памяти процессора запрограммированы девять радиолюбительских диапазонов. При смене диапазона информация о частоте сохраняется, и, вернувшись в эту ячейку, Вы можете продолжить работу. Изначально все девять ячеек настроены на радиолюбительские частоты: 160, 80, 40, 30,20,17,15,12 и 10 метров.

Настройка и калибровка

- **«Установка ПЧ»** выполняется с помощью одноименной кнопки (SA7) под экраном синтезатора. При активации режима настройки ПЧ на экране появляется установленная частота ПЧ (по умолчанию «0», то есть синтезатор выдает те значения на выходе основного гетеродина, что отображаются на экране). Для установки значения ПЧ удобно использовать ввод с клавиатуры, например 8.865.000 и подтверждение «ОК». Экран подаст сигнал мерцанием и вернет синтезатор рабочий режим, с уже активированной ПЧ. Также для изменения значения ПЧ можно пользоваться как основным, так и вспомогательным энкодером.
- **Кнопка «Кварц»** переводит в режим калибровки кварца 25 МГц, который установлен для работы микросхемы si5351 – генератора частот. При переходе в настройку отображается текущее значение кварца, т.е. 25.000.350 (или близкое к этому значение). Для точной калибровки прибора необходимо:
 - подключить выход основного гетеродина «VFO» к откалиброванному частотомеру или осциллографу.
 - на экране установить любую частоту, удобную для калибровки, например 1 МГц или ниже, если эти частоты позволяют работать с Вашим измерительным прибором. Чем ниже частота, тем выше точность калибровки. Идеально использовать частоту 200-300 кГц. Этого вполне достаточно.
 - Нажать кнопку «Кварц» и перевести синтезатор в режим калибровки. На частотомере (или осциллографе) отображена установленная частота, например 200.008 Герц.
 - Изменением частоты кварца 25 МГц нужно добиться точного показания установленной частоты, т.е. 200 кГц для нашего примера. Перестройку можно выполнять, как основным оптическим, так и вспомогательным энкодером, а также при необходимости – вводом частоты с клавиатуры.
 - На последнем этапе нужно подтвердить запись частоты кварца 25МГц в память процессора нажатием кнопки «кварц». Синтезатор ответит мерцанием экрана, и вернется в работу на заданную ранее частоту.
- **Кнопка «ОГ»** вводит синтезатор в режим настройки опорного гетеродина. По умолчанию выход отключен, значение «0». Можно установить любое значение от 10 кГц до 99 МГц. Ввод данных осуществляется оптическим или механическим энкодером или с помощью ввода частоты с клавиатуры. По завершению корректировки частоты необходимо еще раз нажать кнопку «ОГ», после чего синтезатор подтвердит изменения мерцанием экрана, вернувшись в рабочий режим.
- **Внимание!** Если предыдущее значение частоты ОГ было нулевым, то для активации и включения выхода «VFO» требуется перезагрузка синтезатора. Или, наоборот, если нужно отключить выход, устанавливается значение «0», и опять следует перезагрузить устройство.

Восстановление заводских настроек

При необходимости перевести синтезатор в заводские настройки по умолчанию восстановление настроек происходит нажатием и удержанием (более 10 секунд) любой кнопки на клавиатуре. На клавиши-джойстика это правило не распространяется. То есть, нажимаем и держим около 10 секунд. После отпускания клавиши синтезатор будет возвращен в заводские настройки и перезапушен.

Разъемы

Обозначение	Описание	Напряжение на выводе
VFO + GND	Выход основного генератора частоты. Подключается к разъему «ГПД» на основной плате трансивера «Дружба-М»	ВЧ напряжение около 0,8-1В
BFO + GND	Выход частоты опорного генератора (если включен через меню). По умолчанию выключен, т.е. «0» При замене штатного ОГ на основной плате «Дружба-М» подключается к разъему «ОГ». Дополнительная информация и описание по подключению есть в инструкции к основной плате «Дружба-М»	ВЧ напряжение в рабочем режиме 0,8-1В
К дешифратору (1,2,3,4,5)	4-х битный выход для управления платой дешифратора для последующего контроля над физическим переключением диапазонных полосовых фильтров и платы ФНЧ. Набор дешифратора поставляется отдельно; есть в продаже на сайте WWW.RV3YF.RU	Напряжение на выводах меняется в зависимости от диапазона (либо 0 или 5В). Таблица значений напряжений указана на ниже (0 означает 0, «1» означает 5В).
CW, АРУ, АТТ, УВЧ	Разъем выхода для переключения режимов CW, УВЧ, АРУ и аттенюатора.	При активации режимов УВЧ, АТТ и CW появляется напряжение +12В на соответствующих выводах. При активации режима AGC – на выходе будет «0».
+7..12В	Разъем питания синтезатора	Рекомендуется подключать стабилизированный источник питания от 12В. При необходимости можно работать от 7 до 13.8В, но рекомендовано 12В, т.к. в противном случае могут не переключаться реле УВЧ, АТТ и CW из-за недостаточного напряжения.
GND-A-B-GND +5V	Разъем для подключения оптического энкодера.	<ul style="list-style-type: none"> • «Красный» провод энкодера подключаются соответственно к +5В • «Зеленый» и «белый или желтый» провод энкодера необходимо соединить «А» • «Зеленый» провод энкодера подключается к выводу «В» • «черный» провод и оплетка («экран») кабеля на GND
Механический энкодер	Разъемы для подключения механического энкодера	См. иллюстрацию по подключению на 2-й странице документации. В зависимости от типа энкодера и производителя могут меняться направление вращения. Для этого нужно поменять выходы А и В местами (по аналогии как у переменного резистора)
Расстройка	Разъем для подключения переменного резистора 10-50К для аналоговой расстройки.	В версиях прошивки 3.01 и выше данный резистор заменен на управление механическим энкодером. Выход отключен, и не используется.
Разъем CAT	Разъем для соединения синтезатора с персональным компьютером для управления программным обеспечением, установленным на ПК	Временно отключен и не используется.
Разъем «Мех.энкодер, опт. Энкодер, клав1, клав2»	Предназначен для подключения дополнительной клавиатуры и управлением работы энкодером.	В прошивке 3.01 и выше разъем не используется за ненадобностью, в виду оптимизации программного кода.

Подключение синтезатора к платам трансиверов

- **Выход основного сигнала ГПД «VFO»** подключается к разъему на основной плате трансивера (на основной плате трансивера «Дружба-М» – вход «к ГПД»). Так как сигнал на выходе высокочастотный, то во избежание наводок и помех рекомендуется использовать экранированный провод типа РК-50.
- **Выход опорного генератора ВFO** подключается к соответствующему входу на плате трансивера. Например, на плате трансивера «Роса» - к входу «4»; а на основной плате трансивера «Дружба-М» или «Клопик» собран собственный опорный генератор, поэтому данный выход для этого трансивера не используется, либо его подключают вместо штатного опорного генератора, предварительно отключив от него питание.
- **Разъем «к дешифратору GND 4,3,2,1»** соединяется с соответствующими выводами на плате дешифратора, который переводит двухбитный сигнал на переключение реле плат ФНЧ и ДПФ.
- **Разъем «AGC» (система АРУ)** – как правило, подключается к основной плате трансивера. На плате трансивера «Дружба-М» - это вывод разъема X2.5 (см. схему навесных соединений в документации к основной плате трансивера). Так как данный синтезатор ориентирован преимущественно для трансивера «Дружба-М», то при активации АРУ с выхода синтезатора будет «0», то есть замыкаем на землю. Например, в трансивере «Роса», нужно наоборот подавать +12В на вход АРУ, поэтому в «Росе» данный переключатель без доработки работать не будет. При необходимости использования в «Росе» и подобных конструкциях схему можно легко доработать – добавить один транзистор по аналогии как у других выходов, например, АТТ, PRE и CW
- **Разъем «АТТ» (Аттенюатор)** – Включение/выключение аттенюатора. Выход подключается к плате «ДПФ-9, «ДПФ-6» на разъем X2.6. При активации с выхода подается напряжение +12В. Для надежного переключения реле на плате ДПФ необходимо, чтобы питание синтезатора было не менее 12В, т.к. именно с него берется опорное напряжение для транзисторов переключения.
- **Разъем «PRE» (Усиление ВЧ)** – Включение/выключение усилитель ВЧ на плате «ДПФ-9» или «ДПФ-6». Выход активирует +12В и управляет реле на плате ДПФ. Подключается к разъему X1.1. По аналогии с выходом «АТТ» следим за питанием синтезатора - не менее 12В.
- **Разъем «CW» (телеграфный режим)** – включение/выключение телеграфного режима работы трансивера. При активации с выхода подается напряжение +12В (в зависимости от питания синтезатора) на соответствующий вход на трансивере (или телеграфный блок). На основной плате трансивера «Дружба-М» выход «CW» подключается к разъему X1.2