

## Всеволновый универсальный синтезатор Ёжик v.2

Этот малогабаритный всеволновый универсальный синтезатор, ошестинившийся как ёжик во все стороны иголками разъёмов, предназначен для создания ДВ, СВ и КВ приемников и трансиверов как прямого преобразования, так и с классической структурной схемой или с преобразованием вверх (инфрадин). Синтезатор создан на основе микросхемы Si5351. Для управления используется микроконтроллер фирмы Atmel ATmega168. В основу конструкции положен проект Андрея Радченко UR3ILF. Синтезатор позволяет получить один или сразу два выходных сигнала: первого гетеродина (VFO) и опорного гетеродина (BFO) частотой от 0,15 до 160 МГц. В нём предусмотрены:

- умножитель частоты первого гетеродина в 1,2,3 и 4 раза от заданной, что позволяет с успехом применить синтезатор в технике прямого преобразования;
- реверс выходов гетеродинов: при передаче выходы гетеродинов (VFO и BFO) меняются местами, что позволяет существенно упростить коммутацию трансиверов структуры «Радио-76» или «Аматор».
- программная калибровка опорной частоты Si5351
- пять устанавливаемых пользователем и независимых друг от друга частот опорного гетеродина и выдача соответствующих им сигналов управления для переключения режимов тракта ПЧ (USB/LSB/CWL/CWU/DIGI).
- переключаемый шаг перестройки валкодера (энкодера) – 1,10,50,100,1000Гц или INT (так называемое интеллектуальное изменение шага перестройки – доступно только с оптическим валкодером)
- обзорный режим (режим быстрой, с шагом 10 кГц, перестройки по частоте), причём при переходе границ диапазоны и, соответственно, сигналы управления ПДФ, автоматически переключаются
- настройку и перевод трансивера на передачу можно переводить как традиционным путём при помощи кнопки, педали и т.д., так и командой по CAT через COM-порт.

Двухстрочный ЖКИ индикатор 1602A со светодиодной подсветкой обеспечивает хорошую читаемость в разных условиях освещения. На него выводится следующая информация:

- режим работы прием (RX) или передача (TX)
- рабочая частота в МГц
- включение аттенюатора (ATT) или предусилителя (PRE)
- включение режима расстройки (Rit) и её частота в МГц
- режим работы (USB/LSB/CWL/CWU/DIGI)
- шаг перестройки валкодера (энкодера)
- индикатор уровня сигнала, работающий в качестве S-метра в режиме приема (RX) или индикатором выходной мощности в режиме передачи (TX). Для перекрытия всего диапазона индикации требуется подать на вход PWR/S-m примерно +1 В.

**Перекрытие рабочих частот** сплошное от 0,1 до 30 МГц и разбито на 9 диапазонов.

Граничные частоты в герцах такие:

Diap 0 = 0000 : Fmin = 100000 : Fmax = 2500000

Diap 1 = 1000 : Fmin = 2500000 : Fmax = 4500000

Diap 2 = 0100 : Fmin = 4500000 : Fmax = 8000000

Diap 3 = 1100 : Fmin = 8000000 : Fmax = 12000000

Diap 4 = 0010 : Fmin = 12000000 : Fmax = 16000000

Diap 5 = 1010 : Fmin = 16000000 : Fmax = 20000000

Diap 6 = 0110 : Fmin = 20000000 : Fmax = 24000000

Diap 7 = 1110 : Fmin = 24000000 : Fmax = 26000000

Diap 8 = 0001 : Fmin = 26000000 : Fmax = 30000000

Соответственно Diap = код ABCD, выставляемый на дешифратор диапазонов. Логическая единица соответствует постоянному напряжению +5 В. Выходные сигналы для управления дешифратором диапазонов и рода работ выводятся на сдвиговый регистр 74HC595. В качестве дешифратора диапазонов удобно применить микросхемы CD4028(K561ИД1) или SN74LS145 (K155ИД10, K555ИД10). Последние имеют достаточно мощный (ток до 80 мА) выход с открытым коллектором, что позволяет управлять реле без дополнительных транзисторных ключей.

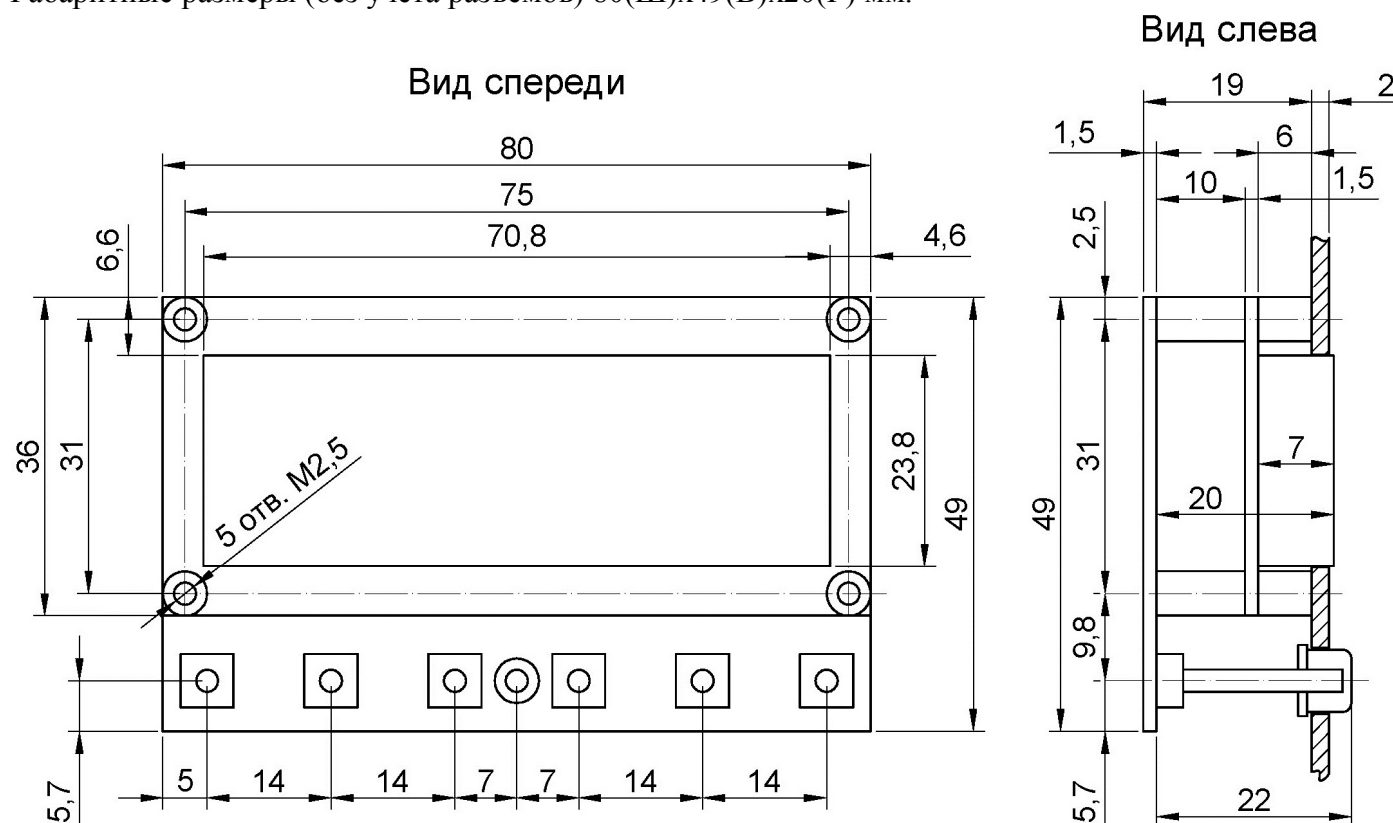
Частота гетеродина на выходе может быть как всегда выше частоты приёма на величину ПЧ, так и «классика», когда на диапазонах 160-80-40-30 частота на выходе будет равна принимаемая частота + ПЧ, а на 20-17-15-12-10 равна принимаемая частота минус ПЧ. Поскольку ПЧ в первом варианте можно накрутить и выше 30 МГц (вплоть до 100-130 МГц!), то этот синтезатор можно с успехом использовать и для преобразования вверх.

Можно включить умножитель частоты первого гетеродина в 1,2,3 и 4 раза от заданной, что позволяет с успехом применить синтезатор в приемниках и трансиверах прямого преобразования с фазовым подавлением нерабочей боковой.

Форма выходных сигналов гетеродинов - меандр величиной примерно 2,5 В (Ur-p) на нагрузке 50 Ом. Потребляемый ток с механическим энкодером не превышает 100 мА, а с оптическим валкодером не превышает 120 мА. **Рекомендуемое напряжение питания синтезатора +6,5...+ 8 В. Во избежание перегрева синтезатора при его длительной работе подключать его к источнику питания 12-13,8 В нужно через ограничительный резистор 43-47 Ом мощностью рассеяния не менее 1 Вт.**

В комплект к синтезатору Ёжик прилагаются две вспомогательные платы (позволяющие при необходимости или желании вынести панель кнопок за пределы синтезатора), колпачки для кнопок диаметром 6 мм – 6 шт. Цвет колпачков для кнопок на ваш выбор, а стандартно - белый или чёрный.

Габаритные размеры (без учёта разъёмов) 80(Ш)x49(В)x20(Г) мм.



**Валкодер.** Предусмотрено 3 варианта прошивки:

**v1** для механического энкодера на 24 импульса «трещётка»

**v3** для оптического валкодера с числом импульсов не более 128 на оборот

**v4** для оптического валкодера с числом импульсов 360-400 на оборот

Различие в алгоритме обработки. Желаемый вариант прошивки нужно обязательно указывать при заказе синтезатора!

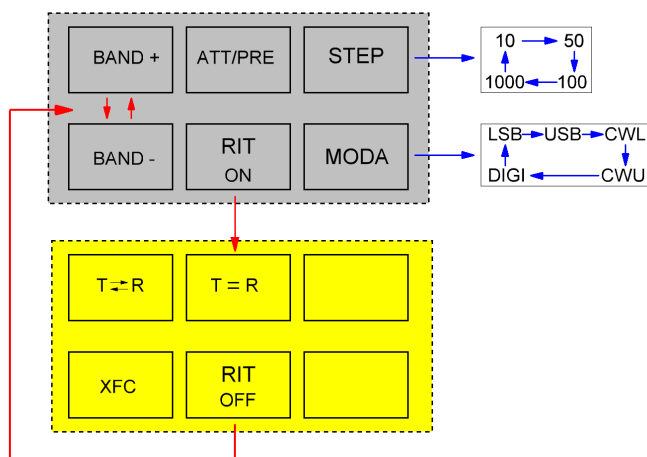
**Кнопки.** Синтезатор управляется при помощи 6 кнопок.

Две кнопки переключения диапазонов по кольцу **BAND+** и **BAND-**.

**Кнопка переключения ATT>>>PRE.**

Включает аттенюатор или УВЧ приёмника.

При передаче УВЧ в любом случае отключается, т.е. сигнал управления с него снимается. Это сделано для упрощения коммутации. Не нужно городить схему управления реле УВЧ. Атенюатор включен всегда, так как правильное его расположение в тракте трансивера между антенным реле и входом RX полосовых фильтров.



**Кнопка расстройки RIT.** При включении на дисплее появляется надпись **RIT**. Расстройка частоты производится валкодером в пределах всего диапазона. На передачу будет использоваться частота которая была на дисплее на момент включения расстройки.

При включенной расстройке работают кнопки **BAND+**, **BAND-** и **ATT**

Кнопкой **BAND+** можно поменять местами частоты RX/TX.

Кнопка **BAND-** тут осуществляет функцию XFC. Нажав на кнопку и удерживая её слушаем частоту передачи. В этом режиме так же можно валкодером оперативно подстроить частоту передачи.

Кнопка **ATT** тут делает частоту TX равной частоте RX

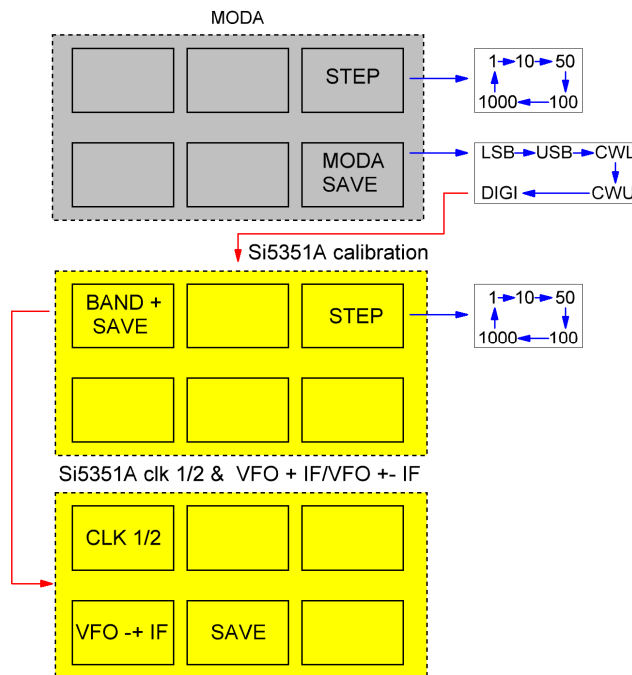
Кнопка **RIT** отключает расстройку. При отключении возвращается частота передачи.

**Кнопка STEP.** Выбор шага перестройки валкодером. Доступен шаг **10-50-100-1000** Герц.

В варианте использования оптического валкодера доступен так же интеллектуальный шаг перестройки **int**. При удержании кнопки в нажатом состоянии и вращении валкодера включается шаг быстрой перестройки 10 кГц.

**Кнопка MODE.** Переключение частоты опорного гетеродина на разные скаты АЧХ фильтров. В варианте с одним CLK в расчёте выходной частоты используются заданные пользователем опорные частоты гетеродина. Управляющие сигналы (+5 В при токе нагрузки до 10 мА) выводятся на сдвиговый регистр 74НС595 и служат для переключения тракта в разные режимы, для переключения фильтров или для переключения кварцев в опорном гетеродине.

**Установка основных параметров и калибровка частоты.**



В этом режиме кнопки выполняют такие функции.

Для входа в инженерное меню включаем синтезатор удерживая кнопку **RIT**.

На дисплее увидим такое (см. рис).

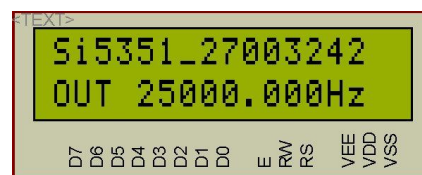
Здесь устанавливается частота генератора детектора для нижней боковой. По сути - опора  
Изменение параметра перестройкой валкодером. Шаг перестройки можно изменить кнопкой **STEP**.



После установки нажимаем кнопку **MODE**. Во второй строке будет сообщение «\*STORE\*» и контролер перейдёт в установку **USB**. Аналогично устанавливаем все частоты ПЧ, сохраняя кнопкой **MODE**.

После записи ПЧ осуществляется переход в **режим калибровки тактовой частоты Si5351**.

Для калибровки нужен частотомер. Его и синтезатор нужно «прогреть» не менее 15-20 минут.



Подключаем частотомер к выходу VFO (CLK0) и вращая валкодер устанавливаем на выходе частоту 25000000 герц.

В программе отсутствуют вычисления с плавающей точкой и дробями. Это положительно сказалось на быстродействии и размере программы управления, но погрешность установки частоты составляет +-5герц. На слух заметить сложно. Сохранение после калибровки кнопкой **MODE**.

Далее переходим в последний пункт установок: включение выхода CLK1 на котором будет опорная частота для детектора, множителя, режима выходной частоты VFO+ПЧ или VFO+-ПЧ и реверса гетеродинов.



Функции кнопок в этом меню:

**BAND+** - Выходов Si5351 включено 1 или 2. CLK=1 означает что на выходе Si5351 будет только частота гетеродина. CLK=2 соответственно гетеродин и частота для детектора.

Внимание: здесь мы задаём число равно количеству используемых выходов Si5351!!!

Гетеродин (VFO) выводится на выход CLK0, а частота для детектора (BFO) - на выход CLK1.

**BAND-** - переключение расклада гетеродина +-ПЧ.

**ATT** – установка множителя, т.е. умножение выхода гетеродина (VFO) x1,x2,x3,x4. Частота опорного гетеродина (BFO) не умножается (!) Например, для подключения к трансиверу прямого преобразования «Пилигрим» нужно множитель поставить x4, а ПЧ=0. Естественно должен быть включен только один CLK(CLK=1).

**RIT** - на дисплее REV ON/OFF. Это реверс выходов для трансиверов структуры «Радио-76» или «Аматор». При передаче выходы гетеродинов меняются местами. Эта функция будет работать только если включены два выхода, т.е. включён режим CLK=2. Иначе игнорируется. В сервисе можно поставить REV ON но при работе проверяется сколько выходов включено и есть только один то не обрабатывается.

**MODE** - сохранение.

**CAT**

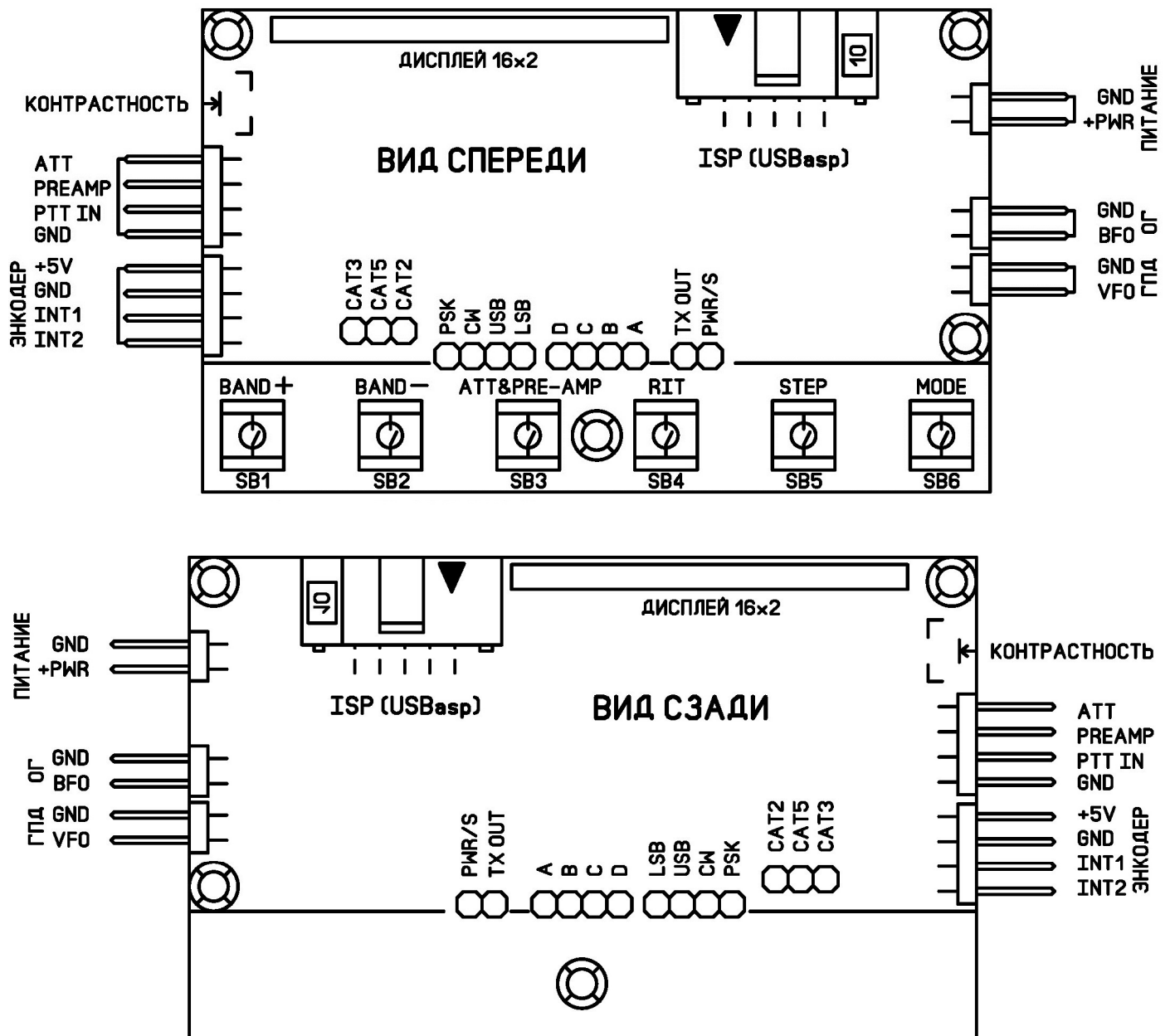
Реализован протокол Кенвуда. Подключение к компьютеру производится через COM-порт. Настройки стандартные. Скорость 115200(!) В настройках логгера нужно включить PTT через CAT команду.

## Приложения:

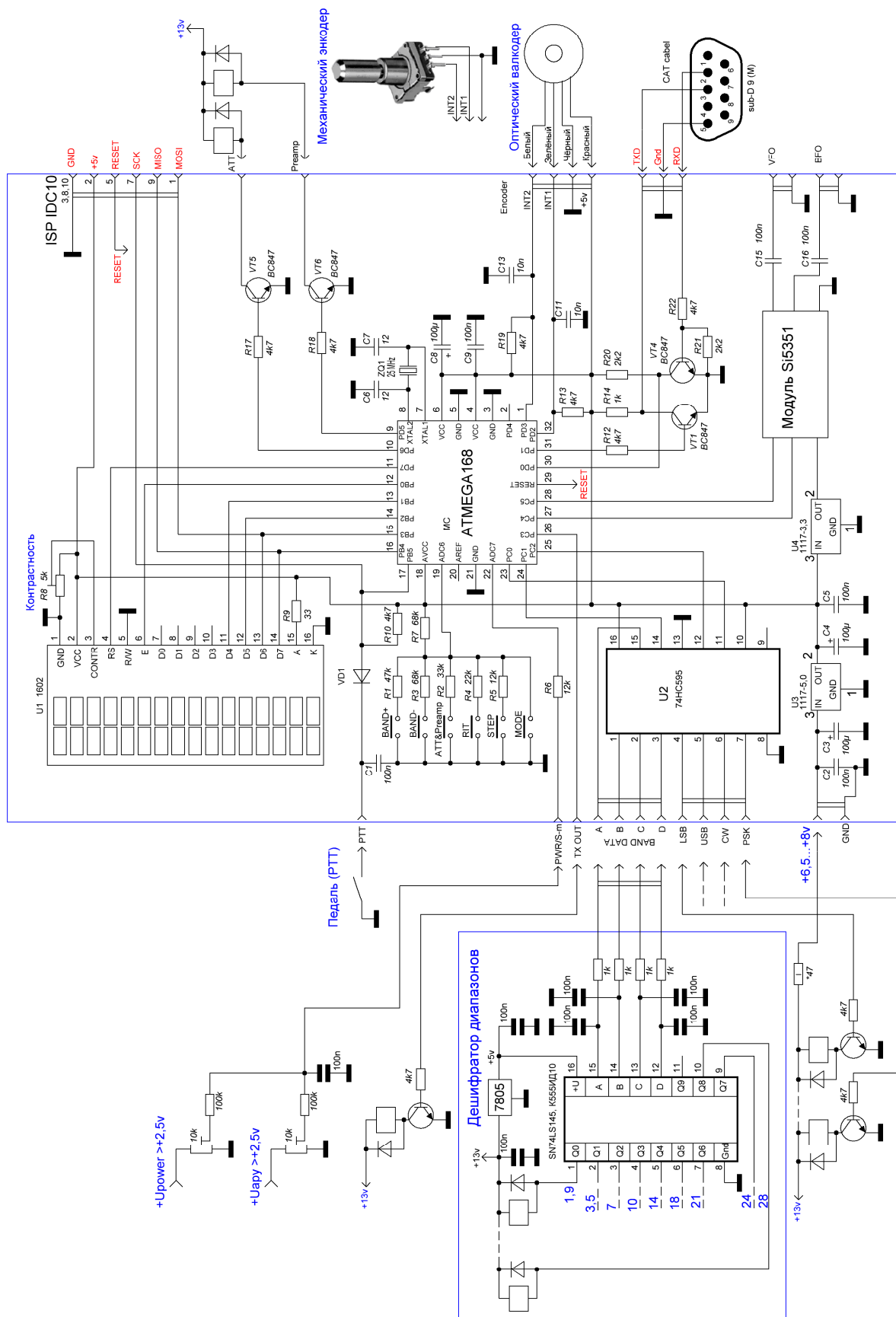
1. Установочные размеры синтезатора - разметка отверстий на передней панели:



### 3. Схема расположения разъемов синтезатора



#### 4. Типовая схема подключения синтезатора к трансиверу с релейной коммутацией



Типовая схема подключения синтезатора к TRX с релейной коммутацией