

## Радиоприемник «Малахит-DSP»



**R6DAN (Владимир Гордиенко), R6DCY (Вадим Бурлаков),**

**RX9CIM (Георгий Яцук)**

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| 1. Общая информация.....  | 4  |
| 2 Рекомендации для самостоятельной сборки.....                          | 7  |
| 3 Внешний вид приемника. Органы управления и элементы конструкции ..... | 8  |
| 4 Включение и выключение приемника.....                                 | 11 |
| 5 Активация прошивки приемника.....                                     | 12 |
| 6 Пользовательский интерфейс.....                                       | 13 |
| 6.1 Индикаторы основного экрана .....                                   | 13 |
| 6.2 Меню HARD .....   | 15 |
| 6.3 Меню CLOCK. Установка часов.....                                    | 17 |
| 6.4 Меню VISUAL.....  | 18 |
| 6.5 Меню Audio .....  | 20 |
| 6.6 Меню BAND .....   | 21 |
| 6.7 Меню MODE .....   | 22 |
| 7 Основные функции и их использование .....                             | 23 |
| 7.1 Сброс настроек приемника.....                                       | 23 |
| 7.2 Реверс энкодеров.....   | 23 |
| 7.3 Функция контроля напряжения питания.....                            | 23 |
| 7.4 Выбор типа антенного входа .....                                    | 23 |
| 7.5 Включение и выключение встроенного УВЧ.....                         | 24 |
| 7.6 Работа с аттенюатором .....   | 24 |
| 7.7 Регулировка внутреннего усиления приемной микросхемы msi001 .....   | 24 |
| 7.8 Коррекция частоты при приеме .....                                  | 25 |
| 7.9 Выбор аудиовыхода .....   | 25 |
| 7.10 Подавитель импульсных помех (Noise Blancker, NB) .....             | 25 |
| 7.11 Автоматическая регулировка усиления (AGC) .....                    | 26 |
| 7.12 Эквалайзер .....   | 26 |
| 7.13 Стереоприем в WFM .....  | 27 |
| 7.14 Адаптивный шумоподавитель .....                                    | 27 |
| 7.15 Пороговый шумоподавитель.....                                      | 27 |
| 7.16 Управление подсветкой дисплея.....                                 | 28 |
| 7.17 Изменение скорости изменения спектра.....                          | 28 |
| 7.18 Изменение диапазона отображения спектра.....                       | 29 |
| 7.19 Изменение цвета отображения спектра .....                          | 29 |
| 7.20 Изменение соотношения изображения спектра и водопада .....         | 29 |
| 7.21 Изменение скорости перемещения водопада .....                      | 29 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 7.22 | Изменение яркости водопада .....                        | 29 |
| 7.23 | Изменение масштаба и вида спектра.....                  | 30 |
| 7.24 | Установка часов .....                                   | 30 |
| 7.25 | Сохранение в ячейке памяти из выбор ячейки памяти ..... | 30 |
| 7.26 | Декодер телеграфа.....                                  | 30 |
| 7.27 | Изменение шага перестройки.....                         | 31 |
| 8    | Обновление программного обеспечения .....               | 32 |
| 9    | Подключение дополнительной платы.....                   | 39 |
| 10   | Результаты измерения чувствительности приемника .....   | 40 |

## 1. Общая информация

Приемник разработан с участием: RX9CIM (идея, dsp, общая схема), R6DAN (gui и управление), R6DCY (уточнение схемы, разводка, конструкция) и dadigor - Игорь Науменко (активное участие в обсуждении решений).

Основные особенности:

- 1) радиоприемник построен по принципу SDR – функционал определяется загруженным программным обеспечением;
  - 2) частотный диапазон - от 50кГц до 250МГц, от 400МГц до 2 ГГц;
  - 3) виды аналоговых модуляций: AM, SSB, NFM, WFM;
  - 4) функционал: изменяемая ширина фильтров, адаптивный шумоподаватель, пороговый шумоподаватель, Noise Blanker, АРУ, эквалайзер;
  - 5) применен дешевый но функциональный чип msi001;
  - 6) применен мощный проц stm32h743 с тактовой частотой 480МГц;
  - 7) наличие 3.5 дюймового дисплея с тачскрином;
  - 8) наличие встроенного УВЧ;
  - 9) органы управления - 2 энкодера с кнопками и тачскрин;
  - 10) электропитание от встроенного аккумулятора и USB, зарядка от USB. Емкость встроенного аккумулятора – не менее 1500мА/ч.
  - 11) потребление - 300мА при прослушивании на наушники;
  - 12) прием на встроенную телескопическую или внешнюю антенны. Для улучшенного приема КВ на телескопическую антенну имеется дополнительная плата, которая содержит:
    - истоковый повторителем с элементами коммутации;
    - аттенюатор, регулируемый, в диапазоне 0-30дБ с шагом 1дБ;
    - 4 фильтра: ФНЧ 500кГц, полосовой фильтр 500-1500 кГц, полосовой фильтр 1500-4500 кГц, ФВЧ 4500кГц
- Плата встраивается в штатную конструкцию приемника.
- 13) подключение по USB к компьютеру с возможностью передачи CAT, IQ и аудио.
  - 14) полоса обзора 160кГц с возможностью масштабирования;

- 15) чувствительность - 0,3 мкВ на частотах до 1 ГГц;
- 16) динамический диапазон по забитию - около 85дБ, обусловлен характеристиками примененной микросхемы msi001.
- 17) применен алюминиевый корпус;
- 18) имеется управление подсветкой дисплея;
- 19) антенное гнездо типа SMA;
- 20) габариты приемника 120x88x39мм.

Настройки приемника не могут привести к нарушению работоспособности приемника. Пользователь всегда может сбросить настройки в состояние по умолчанию.

**Статус проекта - доступен для самостоятельной сборки.**

**Коммерческое распространение без согласия авторов - запрещено.**

**После первой прошивки требуется активация приемника, для этого надо прошить приемник, включить и отправить на электронную почту [malahit\\_sdr@rambler.ru](mailto:malahit_sdr@rambler.ru) код, изображенный на экране, далее ввести ответный код, полученный в ответ.**

Схема приемника находится по ссылке:

[https://rx9cim.ucoz.ru/load/malakhit\\_dsp/fajly/skhema\\_i\\_bom/9-1-0-46](https://rx9cim.ucoz.ru/load/malakhit_dsp/fajly/skhema_i_bom/9-1-0-46)

Прошивки лежат по ссылке - [https://rx9cim.ucoz.ru/load/malakhit\\_dsp/8](https://rx9cim.ucoz.ru/load/malakhit_dsp/8)

Инструкция

[https://rx9cim.ucoz.ru/load/malakhit\\_dsp/fajly/instrukcija\\_malakhit\\_dsp/9-1-0-48](https://rx9cim.ucoz.ru/load/malakhit_dsp/fajly/instrukcija_malakhit_dsp/9-1-0-48)

CAT использует протокол Кенвуд TS-480.

Драйвер для USB CAT подключения

- [https://rx9cim.ucoz.ru/load/drajver\\_sat\\_dlja\\_usb/1-1-0-41](https://rx9cim.ucoz.ru/load/drajver_sat_dlja_usb/1-1-0-41)

Так же все файлы лежат здесь: <https://yadi.sk/d/4ZgsrswxYClG1Q>

**Внимание! В целях безопасности в приемнике перед транспортировкой отключен аккумулятор! Поэтому перед использованием приемника необходимо вскрыть приемник и подключить аккумулятор!**

**Не рекомендуется полностью разряжать встроенный аккумулятор так как возможно испортить аккумулятор.**

## **2 Рекомендации для самостоятельной сборки.**

При использовании металлического корпуса рекомендуется проклеивать место контакта тачскрина с металлом. Иначе некоторые экземпляры тачей некорректно работают.

При первом включении приемника потребуются активация прошивки. На экране в верхней части появится код, который необходимо по электронной почте отправить на адрес [malahit\\_activation@rambler.ru](mailto:malahit_activation@rambler.ru) . В ответ с данного почтового ящика вам будет направлен ответный код который надо ввести с использованием верхнего энкодера и его кнопки. По завершении ввода нажать кнопку энкодера ENC\_FREQ. Если все правильно введено, то приемник перейдет в основной режим работы.

### 3 Внешний вид приемника. Органы управления и элементы конструкции





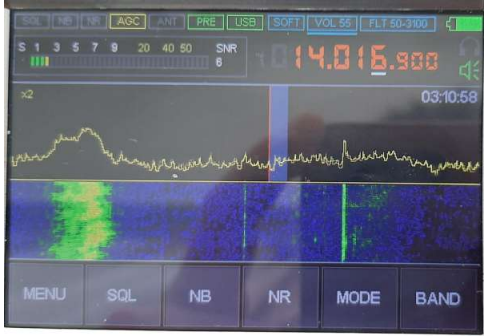
**Внимание! Вид экрана приемника приведен в качестве примера и может меняться в зависимости от версии установленного в приемник программного обеспечения.**

Основные органы управления и элементы конструкции:

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | Кнопка управления электропитанием.<br>Находится на боковой крышке                         |
|  |  | Гнездо для наушников  |
|  |  | Светодиод для индикации процесса заряда аккумулятора                                      |
|  |  | Гнездо для подключения USB зарядного устройства и ПК.                                     |
|  |  | Энкодер ENC_VOL и его кнопка. Для управления настройками громкости, фильтра, эквалайзера. |



Энкодер ENC\_FREQ и его кнопка. Для управления частотой, аудиовыходом.



Дисплей и тачскрин.



SMA гнездо для подключения антенны.

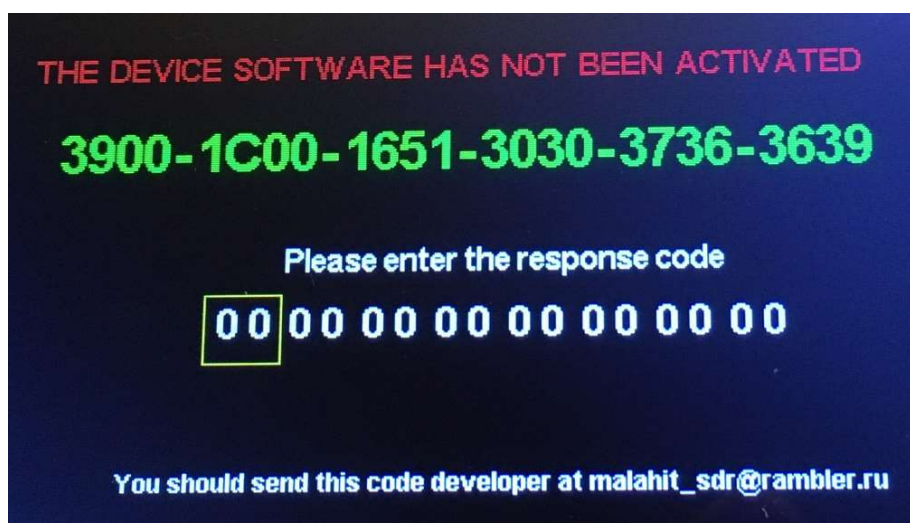
#### **4 Включение и выключение приемника.**

Включение приемника осуществляется по-разному в зависимости от версии прошивки. В версиях прошивки 1.0d и 1.0e включение приемника осуществляется трехкратным нажатием на кнопку управления электропитанием за интервал времени 5 секунд. В других версиях прошивки включение приемника осуществляется кратковременным нажатием на кнопку управления электропитанием.

Выключение осуществляется долгим нажатием на кнопку управления электропитанием до погасания дисплея и появления тонального звукового сигнала. После появления звукового сигнала и отпускания кнопки приемник выключится.

## 5 Активация прошивки приемника приемника.

После первоначальной прошивки (за исключением тестовой прошивки) приемника при первом включении появится с экран примерно такого вида:



Необходимо ввести уникальный ключ активации. Получить ключ возможно обратившись на электронную почту [malahit\\_sdr@rambler.ru](mailto:malahit_sdr@rambler.ru). После получения ключа активации его необходимо ввести. Ввод чисел осуществляется с использованием энкодера ENC\_VOL, переключение знакоместа – с помощью кнопки этого же энкодера. После завершения ввода ключа необходимо нажать энкодера ENC\_FREQ. При дальнейших обновлениях прошивки повторный ввод кода активации не требуется.








## 6 Пользовательский интерфейс.


Основное окно приемника выглядит следующим образом:



### 6.1 Индикаторы основного экрана

| Индикатор | Назначение  |
|-----------|---|
|           | индикатор заряда батареи  |
|           | характеристики частот фильтра:<br>первая число – нижняя частота,<br>второе число – верхняя частота        |
|           | уровень громкости   |
|           | Значение усиления АРУ   |
|           | тип модуляции   |
|           | индикатор включения УВЧ – подсветка зеленым означает состояние «включено», подсветка серым – «выключено». |

|   |  |
|---|--|
|    | <p>индикатор выбранной антенны для КВ. Предназначен для отображения работы с дополнительной платой приемника.</p> <p>Серый цвет индикатора – вход 50 Ом, зеленый цвет – Hi-Z</p> |
|    | <p>индикатор состояния АРУ - подсветка желтым означает состояние «включено», подсветка серым – выключено.</p>  |
|    | <p>индикатор состояния адаптивного шумоподавителя - подсветка зеленым означает состояние «включено», подсветка серым – «выключено».</p>  |
|    | <p>индикатор состояния Noise Blanker - подсветка красным означает состояние «включено», подсветка серым – «выключено».</p>   |
|  | <p>индикатор состояния порогового шумоподавителя - подсветка красным означает состояние «включено», подсветка серым – «выключено».</p>   |
|  | <p>Тип выбранного аудиовыхода – наушники или динамик, либо оба.</p>  |
|  | <p>Текущая частота приема. При нажатии на данную область осуществляется вход в режим прямого ввода частоты</p>   |
|  | <p>Текущий шаг перестройки</p>   |
|  | <p>Индикатор соотношения сигнал/шум</p>  |
|  | <p>Индикатор уровня сигнала. При нажатии на данную область осуществляется вход/выход в меню хард</p>   |






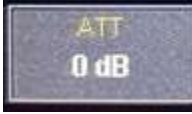
|   |   |
|---|---|
|    | Индикатор увеличения спектроанализатора   |
|    | Текущее время   |
|    | Индикатор работы декодера   |
|    | Кнопка для работы с меню HARD   |
|    | Кнопка для работы с меню AUDIO  |
|    | Кнопка для работы с меню VISUAL   |
|    | Кнопка для включения/отключения адаптивного шумоподавителя  |
|   | Кнопка для выбора вида демодуляции  |
|  | Кнопка для выбора ячеек памяти и диапазона частот   |
|  | Индикатор сохранения настроек приемника.<br>Появляется при изменении настроек приемника.<br>По завершении сохранения меняет цвет на зеленый и исчезает. |
|  | Окно спектроанализатора   |
|  | Шкала частоты   |
|  | Окно водопада   |




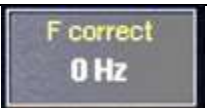
## 6.2 Меню HARD

Вход в меню HARD возможен через вход в меню, далее необходимо нажать картинку с надписью HARD. Выход из меню HARD в общий перечень меню

осуществляется нажатием на кнопку HARD, либо нажатием на любой из энкодеров. Выход в основной экран работы приемника осуществляется нажатием на кнопку энкодера ENC\_VOL.

Параметры в меню HARD:

| Параметр  | Назначение   |
|---|--|
|    | Реверс направления энкодера ENC_FREQ<br>Изменение параметра происходит при нажатии на данный индикатор.  |
|    | Реверс направления энкодера ENC_VOL.<br>Изменение параметра происходит при нажатии на данный индикатор.  |
|   | Функция контроля напряжения аккумулятора.<br>Standart – отключение приемника будет выполнено автоматически при снижении напряжения питания до 3.3В.<br>LOW – приемник продолжит работы при снижении напряжения питания.<br>Изменение параметра происходит при нажатии на данный индикатор. |
|  | Тип входного сопротивления приемника на КВ.<br>50 Ом – для диапазонных «больших» антенн<br>Hi-Z – для коротких антенн, например телескопических.<br>Влияет только при наличии дополнительной платы.<br>Изменение параметра происходит при нажатии на данный индикатор.                     |
|  | Включение и выключение встроенного УВЧ. Изменение параметра происходит при нажатии на данный индикатор.  |
|  | Значение входного ВЧ аттенюатора.<br>Влияет только при наличии дополнительной платы.   |

|   |   |
|---|---|
|   | Изменение параметра осуществляется нажатием на данный индикатор и последующим вращением энкодера ENC_VOL.   |
|    | Параметр внутренней конфигурации msi001. Отвечает за усиление квадратурного широкополосного смесителя в составе msi001. Изменение параметра осуществляется нажатием на данный индикатор и последующим вращением энкодера ENC_VOL. |
|    | Параметр внутренней конфигурации msi001. Gain reduction – снижение усиления. Отвечает за усиление смесителя или УВЧ составе msi001. Значение Disable означает максимальное усиление, Enable – усиление снижено.                   |
|    | Параметр внутренней конфигурации msi001. Gain reduction – снижение усиления. Отвечает за усиление смесителей или УВЧ составе msi001.  |
|  | Коррекция ошибки частоты приема. В Гц. Изменение параметра осуществляется нажатием на данный индикатор и последующим вращением энкодера ENC_VOL.  |

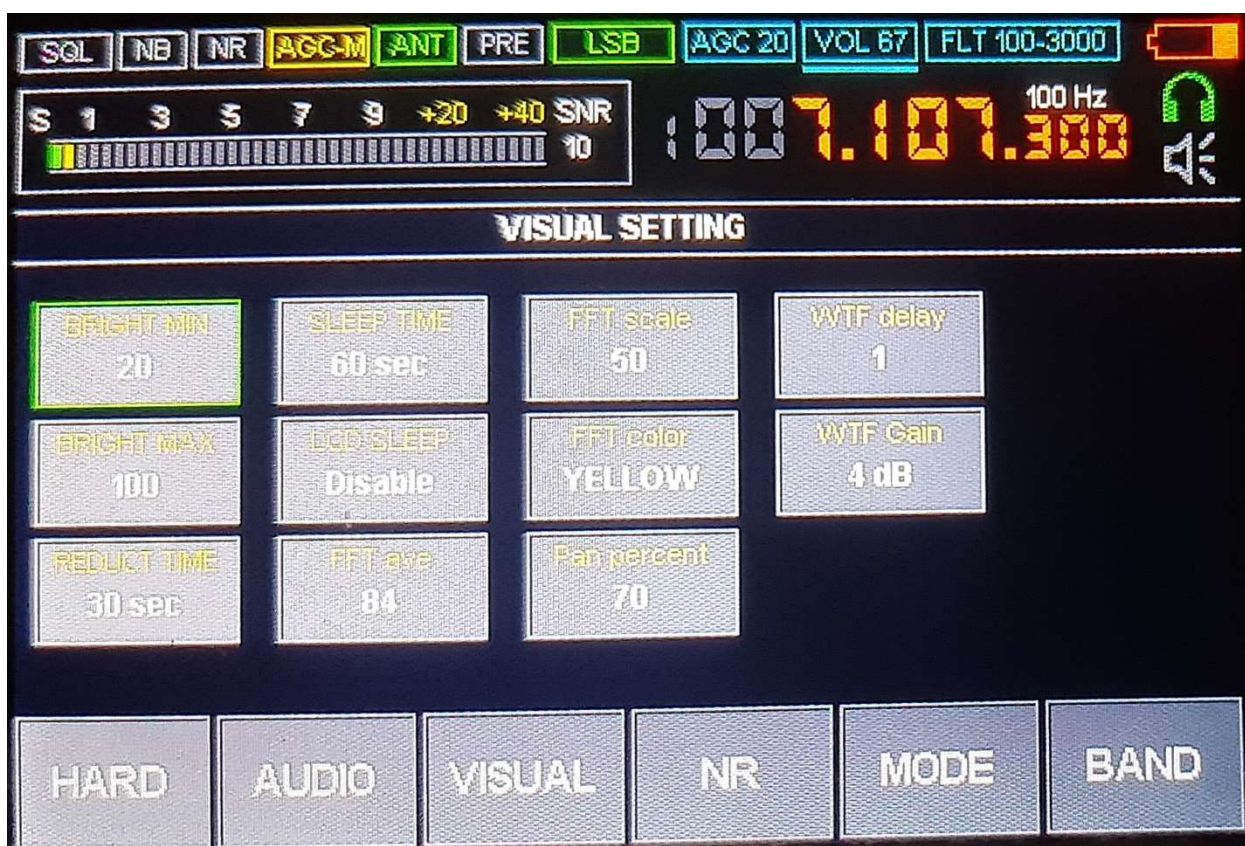
### 6.3 Меню CLOCK. Установка часов.



Предназначено для установки часов. Вход в данное меню осуществляется путем долгого нажатия на кнопку HARD. Настройка осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL и его кнопки. Для сохранения значения установленного времени необходимо нажать и держать до появления звукового сигнала кнопку энкодера ENC\_VOL.

Выход общий перечень меню осуществляется нажатием на кнопку HARD. Выход в основной экран работы приемника осуществляется нажатием на кнопку энкодера ENC\_FREQ.






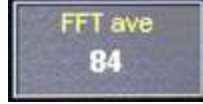


#### 6.4 Меню VISUAL



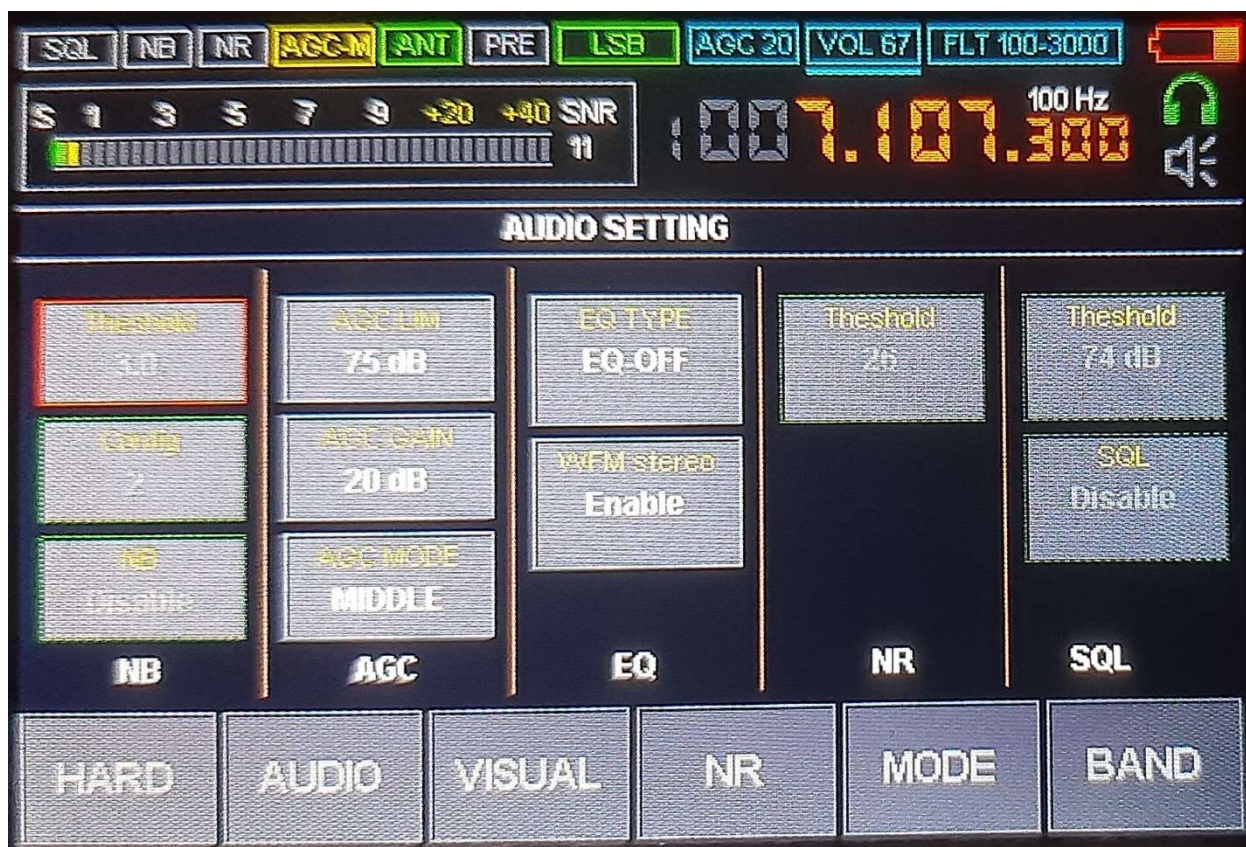
Перемещение по пунктам меню осуществляется нажатием на тачскрин. Изменение параметров осуществляется с помощью кнопки энкодера ENC\_VOL.

Выход из меню в общий перечень меню осуществляется нажатием на кнопку VISUAL или нажатием на кнопку энкодера ENC\_VOL.



Параметры в меню LCD:


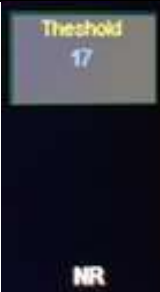

|   |  |
|---|--|
|    | <p>Минимальное значение яркости дисплея. До этого значения будет уменьшена яркость по истечении Reduction time.</p>  |
|    | <p>Максимальное значение яркости дисплея.</p>  |
|    | <p>Время после последнего использования органов управления, через которое будет уменьшена яркость подсветки.</p>   |
|    | <p>Время после последнего использования органов управления, через которое будет выключен дисплей, после уменьшения яркости подсветки.<br/>Параметр активен только при включении функции LCD SLEEP.</p> |
|  | <p>Определяет необходимо ли выключать дисплей или только снижать яркость подсветки.</p>  |
|  | <p>Скорость усреднения спектроанализатора.</p>   |
|  | <p>Отображаемый диапазон спектроанализатора</p>  |
|  | <p>Цвет линии спектроанализатора.</p>  |

## 6.5 Меню Audio



Параметры в меню Audio:

| Параметр  | Назначение  |
|---|---|
|  | <p>Настройки Noise Blanker:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Threshold – порог срабатывания относительно среднего уровня сигнала;</li> <li>- Config – настройки режима работы Noise Blanker</li> <li>- NB – включение/выключение Noise Blanker</li> </ul>   |
|  | <p>Настройки АРУ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AGC LIM – максимальный выходной уровень звука</li> <li>- AGC GAIN – усиление уровня сигнала в петле АРУ. При выключенном АРУ данный индикатор отвечает за ручное значение усиления.</li> <li>- AGC MODE – режим работы АРУ: OFF (выключено), FAST, MIDDLE, SLOW, LONG</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
|   | <p>Тип эквалайзера и стерео в режиме WFM</p>   |
|   | <p>Порог срабатывания адаптивного шумоподавителя.</p>  |
|  | <p>Настройки порогового шумоподавителя.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Threshold – порог срабатывания порогового шумоподавителя</li> <li>- SQL – включение/выключение порогового шумоподавителя</li> </ul> |

## 6.6 Меню BAND



Меню предназначено для выбора или сохранения в ячейку памяти текущих значений, управления декодерами. Перемещение по ячейкам осуществляется с помощью энкодера ENC\_FREQ. Выход осуществляется нажатием на кнопку BAND или нажатием на энкодер ENC\_VOL.

## 6.7 Меню MODE



Меню предназначено для выбора вида модуляции и управления декодерами. Выход осуществляется нажатием на кнопку MODE или нажатием на энкодер ENC\_VOL.

## 7 Основные функции и их использование

### 7.1 Сброс настроек приемника

Функция предназначена для сброса текущих настроек и приведения их в состояние по умолчанию.

Для сброса настроек необходимо в процессе работы приемника выйти из всех меню и при изображении основного экрана зажать оба энкодера до появления звукового сигнала.

**При это пользовательские настройки, в том числе сохраненные в памяти ячейки, будут потеряны.**

### 7.2 Реверс энкодеров

Функция предназначена для изменения направления вращения энкодеров для инкремента.

Для включения функции необходимо зайти в меню HARD, нажатием на тачскрин выбрать параметры «EN1 reverse» - для реверса энкодера ENC\_FREQ, либо «EN2 reverse» - для реверса ENC\_VOL. Значение параметра меняется при нажатии на него. Disable – реверс выключен, Enable – реверс включен.

### 7.3 Функция контроля напряжения питания

Данная функция обеспечивает отключение приемника при снижении напряжения аккумулятора ниже чем 3.3В. Данная функция предназначена для сохранения ресурса аккумулятора и исключения полного разряда аккумулятора.

Для включения или выключения функции необходимо зайти в меню HARD, нажать на параметр «Vbat control». Значение параметра «Vbat control»:

- Standart – функция включена, отключение приемника произойдет автоматически при достижении напряжения аккумулятора значения 3.3В.
- Low – функция выключена, приемник будет работать пока позволяет напряжение аккумулятора.

### 7.4 Выбор типа антенного входа

Данная функция работает только при наличии в приемнике дополнительной платы и только на частотах до 50МГц. Для выбора типа антенного входа необходимо зайти в меню HARD, нажать на параметр «SW antenna». Значение параметра «SW antenna»:

- Hi-Z – высокоомный антенный вход, для работы с короткими антеннами типа телескоп.
- 50 Ohm – антенный вход 50 Ом. Рекомендуется использовать с длинными антеннами, чье волновое сопротивление сравнимо с 50 Ом.

### **7.5 Включение и выключение встроенного УВЧ**

Для включения или выключения УВЧ необходимо зайти в меню HARD, нажать на параметр «PREAMP».

Значение параметра «PREAMP»:

- Enable – УВЧ включен.
- Disable – УВЧ выключен.

### **7.6 Работа с аттенюатором**

Данная функция работает только при наличии в приемнике дополнительной платы. Для выбора значения аттенюатора необходимо зайти в меню HARD, нажать на параметр «ATT» и вращением энкодера ENC\_VOL выставить нужное значение.

### **7.7 Регулировка внутреннего усиления приемной микросхемы msi001**

Приемная микросхема msi001 позволяет регулировать коэффициенты усиления встроенных смесителей и УВЧ.

Параметры, отвечающие за регулировки, находятся в меню HARD:

- RF GAIN – коэффициент усиления широкополосного смесителя;
- LNA/MIX1 GR – параметр, отвечающий за включение или отключение уменьшения усиления. На УКВ влияет на усиление встроенного УВЧ, на КВ – первого смесителя;
- MIX/MIX2 GR – параметр, отвечающий за включение или отключение уменьшения усиления. На УКВ влияет на усиление встроенного смесителя, на КВ – второго смесителя.

Чтобы изменить значения данных параметров надо зайти в меню HARD и нажать на соответствующие параметры. Изменение параметра RF GAIN происходит с помощью энкодера ENC\_VOL при выбранном параметре RF GAIN. Значения параметров LNA/MIX1 GR и MIX/MIX2 GR происходит при нажатии на данный параметры.

Значения параметров LNA/MIX1 GR и MIX/MIX2 GR:

- Enable – включено уменьшение усиления;
- Disable – выключено уменьшение усиления.

Рекомендации:

- 1) Параметры LNA/MIX1 GR и MIX/MIX2 GR по своей сути работают как аттенюатор и их целесообразно использовать при работе с длинными антеннами, либо в случае перегрузки приемника которая выражена в виде приема ложных станций.
- 2) Не рекомендуется использовать значение параметра RF GAIN более чем 40 при работе на короткие антенны типа телескоп и более 20 при работе с использованием длинных антенн.

Данная функция работает только при наличии в приемнике дополнительной платы. Для выбора значения аттенюатора необходимо зайти в меню HARD, нажать на параметр «ATT» и вращением энкодера ENC\_VOL выставить нужное значение.

### 7.8 Коррекция частоты при приеме


Данная функция обеспечивает устранение ошибки частоты приема.

Для работы с данной функцией необходимо зайти в меню HARD, нажать на параметр «F correct». Вращением энкодера ENC\_VOL выставить нужное значение.

### 7.9 Выбор аудиовыхода

Данная функция обеспечивает выбор необходимого аудиовыхода для прослушивания звука:

- на наушники;
- на динамик;
- на динамик и наушники.

Выбор аудиовыхода осуществляется с помощью нажатия на значок  на главном рабочем экране приемника.

### 7.10 Подавитель импульсных помех (Noise Blanker, NB)

Данная функция обеспечивает подавление широкополосных импульсных помех. Настройки функции находятся в меню AUDIO, выбираются путем нажатия на соответствующие параметры и сгруппированы в блок NB:

- Threshold – порог срабатывания, подбирается вручную с использованием энкодера ENC\_VOL для подавления мешающей помехи. Не рекомендуется выставлять значение менее 3;

- Config – конфигурация NB, подбирается вручную с использованием энкодера ENC\_VOL для подавления мешающей помехи;
- NB – включение и выключение NB, имеет значение Disasle – выключен, Enable - включен.

Настройки NB осуществляются на слух, по лучшему подавлению мешающей широкополосной помех.

### 7.11 Автоматическая регулировка усиления (AGC)

Данная функция обеспечивает поддержание оптимального уровня звукового сигнала. Настройки функции находятся в меню AUDIO, выбираются путем нажатия на соответствующие параметры и сгруппированы в блок AGC:

- AGC LIM – максимальный уровень сигнала;
- AGC GAIN – значение усиления сигнала;
- MANUAL GAIN – ручное усиление, доступно когда АРУ выключено;
- AGC MODE – временные характеристики петли АРУ.

AGC MODE имеет следующие значения:

- FAST – «быстрое» время реакции АРУ;
- MIDDLE – «среднее» время реакции АРУ;
- SLOW – «медленное» время реакции АРУ;
- LONG – «долгое» время реакции АРУ;
- OFF – АРУ выключено.

Для настройки параметров АРУ необходимо зайти в меню AUDIO и выбрать соответствующий параметр. Значение соответствующего параметра осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL.

Когда АРУ выключено, вместо параметра AGC GAIN доступен параметр MANUAL GAIN.

АРУ не работает при модуляции WFM.

### 7.12 Эквалайзер

Возможен выбор типа эквалайзера, либо его отключение. Настройки функции находятся в меню AUDIO, выбираются путем нажатия на параметр EQ TYPE и вращением энкодера ENC\_VOL:

- EQ-OFF – эквалайзер выключен;
- SOFT, LIVE, CLUB, ROCK, BASS, JAZZ, POP, VOICE – тип включенного эквалайзера.

### 7.13 Стереоприем в WFM

Приемник позволяет осуществлять стереоприем радиостанций радиовещательного FM диапазона. Для того, чтобы включить или выключить стереоприем необходимо зайти в меню AUDIO и нажать на параметр «WFM stereo». Значение параметра «WFM stereo»:

- Enable – стереоприем включен;
- Disable – стереоприем выключен.

Стереоприем возможен при достаточном уровне сигнала станции и только при прослушивании на наушники. При наличии стереоприема индикатор типа модуляции содержит надпись «WFM-ST».

### 7.14 Адаптивный шумоподавитель

Приемник имеет функцию адаптивного шумоподавления которая позволяет существенно улучшить разборчивость принимаемой станции в условиях шумов и помех. Шумоподавитель использует разные алгоритмы в зависимости от ширины полосы пропускания фильтра:

- при ширине полосы более 1 кГц используется шумоподавитель более подходящий для сигнала типа речь;
- при ширине полосы менее или равной 1 кГц шумоподавитель подходит для сигналов типа тон.

Выбор типа алгоритма осуществляется автоматически, в зависимости от полосы пропускания.

Шумоподавитель для речевых сигналов имеет настройку уровня подавления шума.

Для включения или выключения шумоподавителя необходимо нажать на кнопку «NR». Для настройки уровня подавления при приеме речевых сигналов необходимо зайти в меню AUDIO и нажать на параметр «Threshold» в визуальном блоке NR. С энкодера ENC\_VOL выбрать оптимальное значение. Параметр «Threshold» не влияет на сигнал при полосе менее или равной 1 кГц.

### 7.15 Пороговый шумоподавитель

Приемник имеет функцию порогового шумоподавления – звук есть если уровень сигнала выше выбранного порога.

Для включения или выключения шумоподавителя необходимо зайти в меню AUDIO и нажать на параметр «SQL».

Значение параметра «SQL»:

- Enable – шумоподавитель включен;
- Disable – шумоподавитель выключен.

Для выбора порога срабатывания шумоподавителя необходимо выбрать параметр «Threshold» в колонке SQL и вращая ENC\_VOL та

Для настройки уровня подавления при приеме речевых сигналов необходимо зайти в меню AUDIO и нажать на параметр «Threshold» в визуальном блоке NR. С помощью энкодера ENC\_VOL выбрать оптимальное значение.

## **7.16 Управление подсветкой дисплея**

Приемник имеет функцию регулировки яркости подсветки дисплея:

- регулировка яркости подсветки – минимальное и максимальное значение;
- время, по истечении которого уровень подсветки будет снижен до минимального значения;
- время, по истечении которого подсветка будет выключена полностью.

Для изменения настроек необходимо зайти в меню VISUAL. Изменения значений параметров осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL.

Для установки минимального значения уровня подсветки необходимо выбрать параметр «BRIGHT MIN».

Для установки максимального (рабочего) значения уровня подсветки необходимо выбрать параметр «BRIGHT MAX».

Для установки времени, по истечении которого будет изменен уровень подсветки с максимального на минимальный необходимо выбрать параметр «REDUCT TIME».

Для установки времени, по истечении которого будет выключена подсветка необходимо выбрать параметр «SLEEP TIME». Это время задается относительно параметра «REDUCT TIME». Полное выключение возможно только если включена функция полного отключения подсветки.

Для включения или выключения функции полного отключения подсветки необходимо выбрать параметр «LCD SLEEP». Значение параметра «LCD SLEEP»:

- Enable – функция полного выключения подсветки включена;
- Disable – функция полного выключения подсветки выключена.

## **7.17 Изменение скорости изменения спектра**

Приемник имеет функцию регулировки скорости изменения спектра, изображаемого на основном экране.

Для изменения настройки необходимо зайти в меню VISUAL и выбрать параметр «FFT ave». Изменения значений параметра осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL. Чем больше значение параметра – тем медленнее меняется изображение спектра.

### **7.18 Изменение диапазона отображения спектра**

Данная функция позволяет изменять значение максимального уровня спектра относительно уровня шума.

Для изменения настройки необходимо зайти в меню VISUAL и выбрать параметр «FFT scale». Значение параметра выражено в децибелах. Изменения значений параметра осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL.

Малые значения параметра позволяют более детально просматривать сигналы с слабым уровнем.

### **7.19 Изменение цвета отображения спектра**

Данная функция позволяет изменять цвет спектра.

Для изменения настройки необходимо зайти в меню VISUAL и выбрать параметр «FFT color». Изменения значений параметра осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL.

### **7.20 Изменение соотношения изображения спектра и водопада**

Данная функция позволяет изменять соотношение спектра относительно водопада.

Для изменения настройки необходимо зайти в меню VISUAL и выбрать параметр «Pan percent». Значение параметра выражено в процентах. Изменения значений параметра осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL.

### **7.21 Изменение скорости перемещения водопада**

Данная функция позволяет изменять скорость изменения водопада.

Для изменения настройки необходимо зайти в меню VISUAL и выбрать параметр «WTF delay». Изменения значений параметра осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL. Чем меньше значение, тем быстрее перемещается водопад.

### **7.22 Изменение яркости водопада**

Данная функция позволяет изменить яркость водопада в зависимости от уровня сигнала.

Для изменения настройки необходимо зайти в меню VISUAL и выбрать параметр «WTF Gain». Изменения значений параметра осуществляется с помощью энкодера ENC\_VOL. Чем меньше значение, тем менее яркий будет водопад.

### 7.23 Изменение масштаба и вида спектра

Данная функция позволяет изменить ширину полосы спектра. В режиме WFM возможно изменение типа спектра.

Текущий масштаб и тип спектра изображен в левом углу спектра. Чем больше значение, тем меньше отображаемая полоса, но и выше детализация.

Для видов модуляции SSB, AM, NFM возможны значения 1, 2, 4. Для WFM возможны значения 1 и MPX, где MPX – это спектр модулирующего сигнала.

Для изменения ширины или типа спектра необходимо нажать на отображаемую зону водопада.

### 7.24 Установка часов

Описана в разделе 5.

### 7.25 Сохранение в ячейке памяти из выбор ячейки памяти

Данная функция позволяет сохранять настройки в памяти, либо загружать ранее сохраненные настройки.

Для выбора ячейки памяти необходимо зайти в меню BAND и выбрать нужную ячейку памяти. Выбор осуществляется нажатием на кнопку с изображением ячейки. С помощью энкодера ENC\_FREQ можно «прокручивать» ячейки памяти для последующего выбора.

Для сохранения текущих настроек в ячейке памяти необходимо выбрать нужную ячейку памяти и осуществить длительное нажатие на кнопку с соответствующей ячейкой. При это необходимо удерживать нажатие до звукового сигнала или подсвечивания контура кнопки красным цветом.

### 7.26 Декодер телеграфа

Данная функция позволяет декодировать сигналы телеграфной связи с отображением на дисплее.

Для включения декодера необходимо зайти к в меню MODE, нажать на кнопку Decoder. При этом на кнопке декодер должна появиться надпись CW. Для корректной работы декодера необходимо подобрать параметр Min SNR. Для подстройки данного параметра необходимо нажать на кнопку Min SNR и вращая ENC\_VOL установить оптимальное значение.

Суть параметра Min SNR заключается в выставлении порога срабатывания декодера. Если значение параметра будет слишком маленьким или млишком большим, то декодирование будет некорректное.

Оптимальное значение Min SNR выбирается из следующих соображений:

- при отсутствии телеграфного сигнала индикатор работы декодера не должен загораться;
- индикатор работы декодера должен мигать примерно в такт звука телеграфного сигнала.

Декодированный сигнал отображается в виде текста на основном экране приемника. Для очистки строки с текстом декодера необходимо нажать на изображение S-метра.

### **7.27 Изменение шага перестройки**

Для изменения шага перестройки необходимо нажать кнопку энкодера ENC\_FREQ, далее вращение энкодера выбрать нужный шаг. Шаг будет отображаться в поле частоты шрифтом белого цвета. После выбора нужного шага необходимо нажать кнопку энкодера ENC\_FREQ.

Значение шага перестройки привязано к виду модуляции – у каждого вида модуляции свой набор шагов.

## 8 Обновление программного обеспечения

Прошивка возможна с учетом следующих особенностей:

- для ревизии процессора Y прошивка возможна только с использованием программатора STLink;
- для ревизии V прошивка возможна как использованием программатора, так и через подключение к персональному компьютеру (ПК).

Ревизию процессора необходимо определить визуальным осмотром в соответствии с рисунком:



Ревизия процессора на рисунке выделена красным.

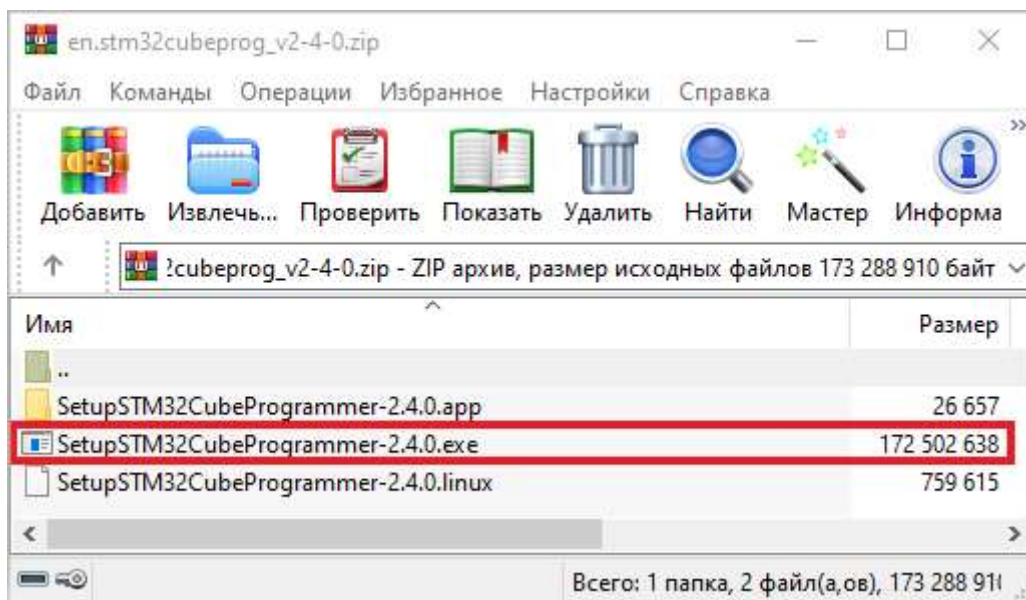
Подготовка к загрузке ПО в режиме DFU.

Перед загрузкой надо установить программу STM32CubeProgrammer. Скачать ее можно на сайте ST по ссылкам:

- <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeprog.html>

- <https://yadi.sk/d/PfO3yawDLBmTNQ>

В архиве по последней ссылке лежит архив, его необходимо распаковать и запустить файл SetupSTM32CubeProgrammer-XXX.exe в соответствии с рисунком:



Далее следовать указаниям установщика программы.

Так же необходимо скачать архив с требуемым программным обеспечением для приемника по ссылке <https://yadi.sk/d/9eOBmxbJFw8lvQ>.

#### Обновление программного обеспечения

1) Если радиоприемник прошивается впервые (не содержит установленной прошивки), то необходимо:

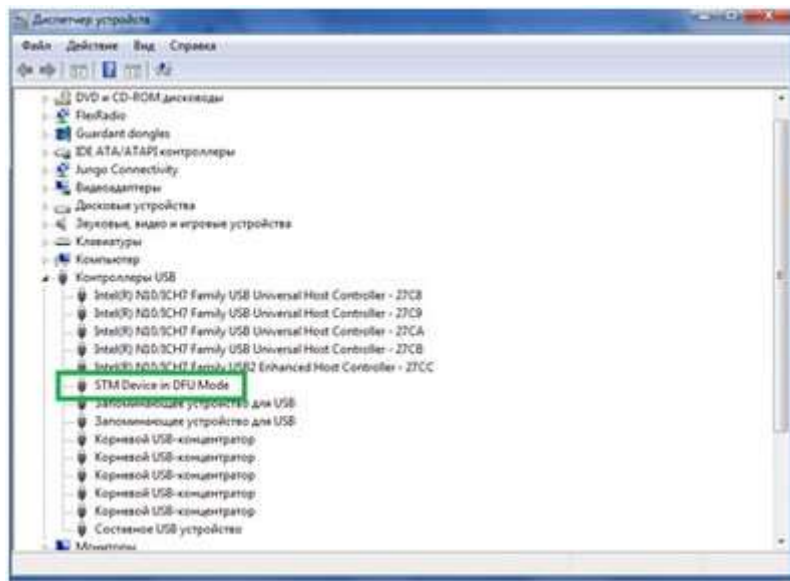
- полностью обесточить приемник;
- запаять на печатной плате перемычки JP1 и JP3;
- перейти к пункту 3.

2) Если радиоприемник содержит ранее предустановленную прошивку, то необходимо:

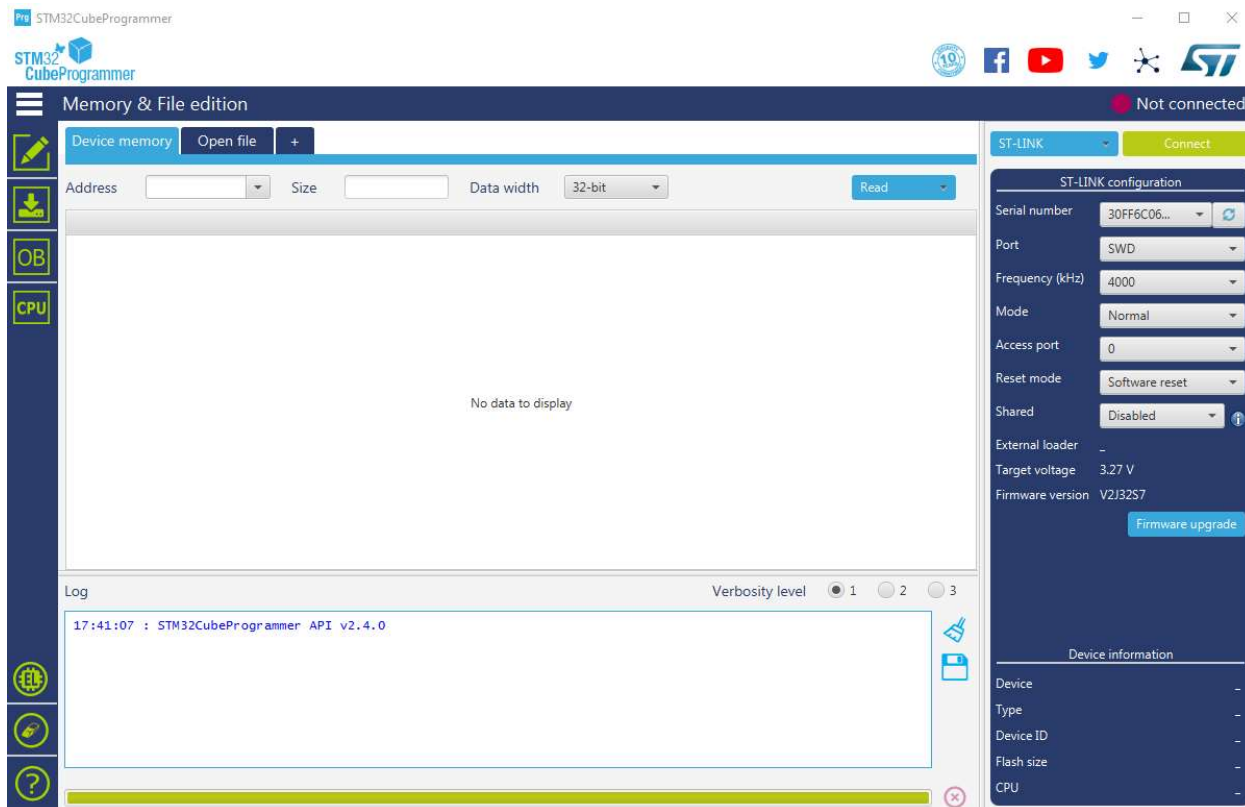
- выключить радиоприемник с использованием имеющейся кнопки;
- зажать оба энкодера;
- перейти к пункту 3.

3) подключить радиоприемник по USB к ПК. На радиоприемнике с ранее установленной прошивкой с версией 1.0d и старше необходимо трижды нажать кнопку включения питания за интервал времени 5 секунд и после этого отпустить энкодеры. На радиоприемнике с ранее установленной прошивкой с более старыми версиями необходимо нажать и отпустить кнопку включения питания после этого отпустить энкодеры.

В списке USB устройств ПК должно появиться устройство типа:



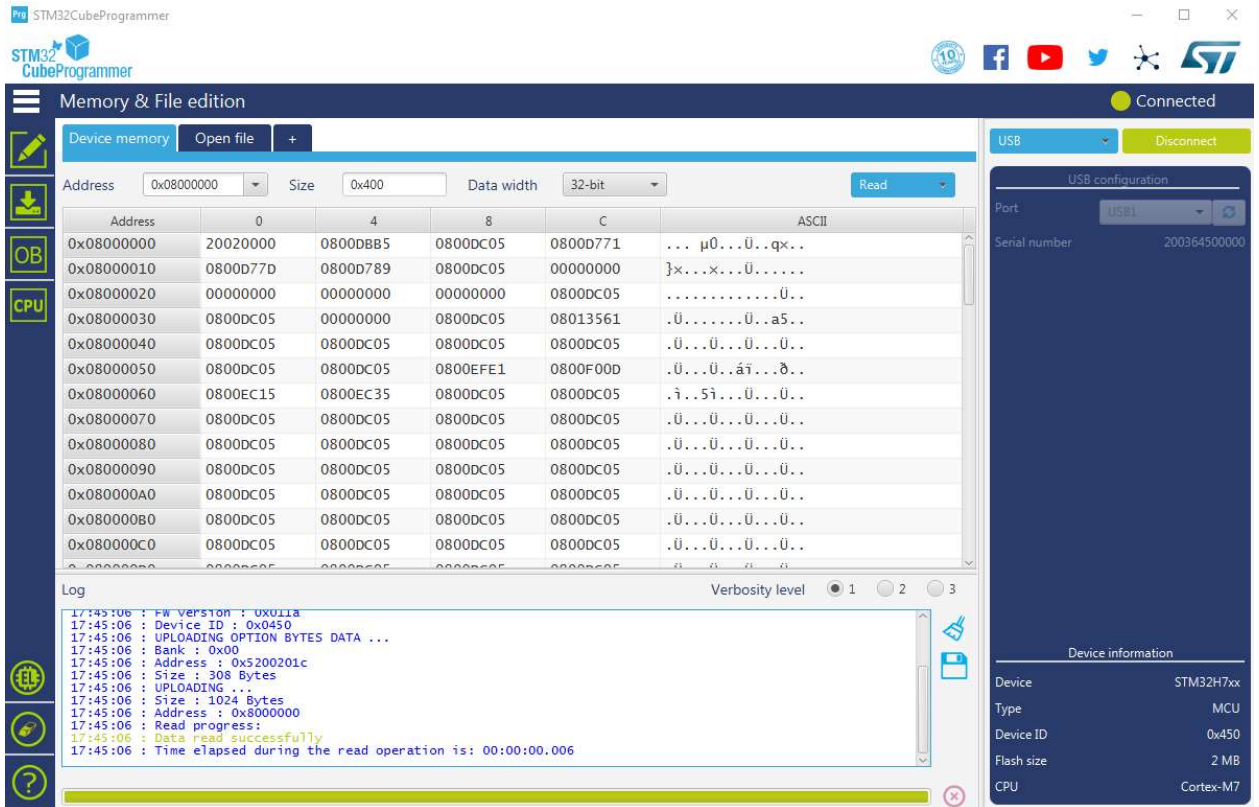
4) Запустить программу STM32CubeProgrammer:



5) В списке устройств выбрать USB и нажать Connect:

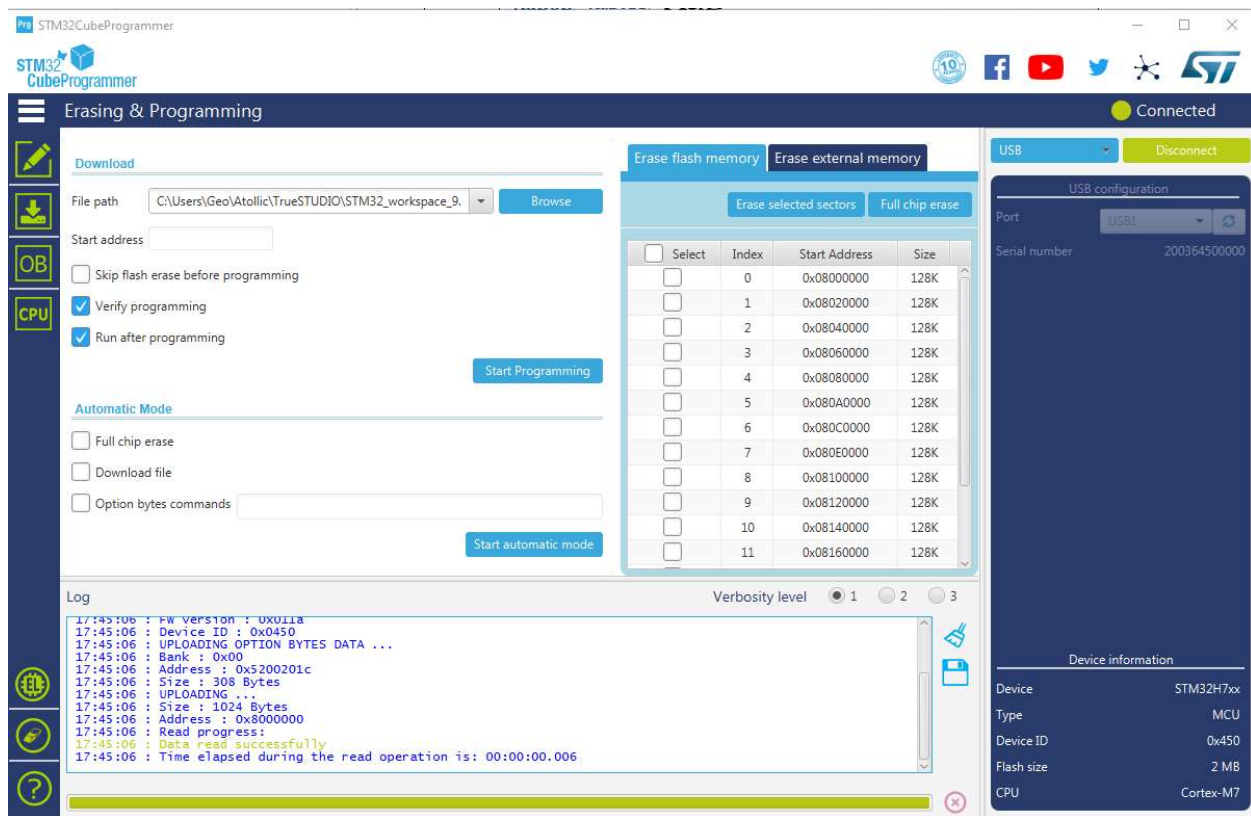


Окно преобразуется к следующему виду:

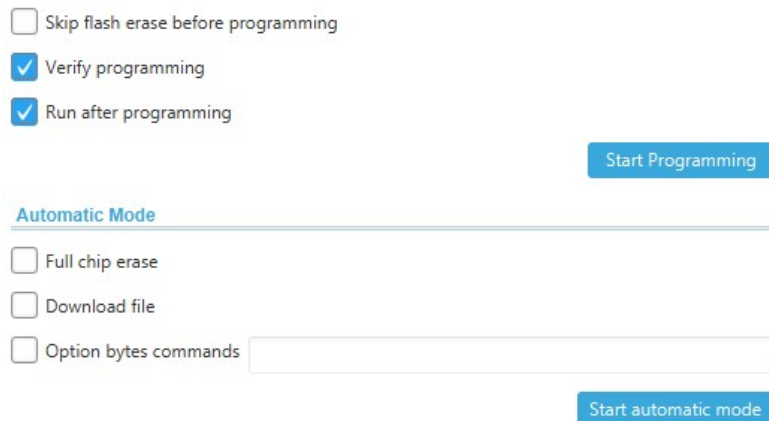


Нажать кнопку:

б) Откроется окно вида:

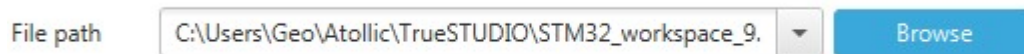


Состояние «галочек» должно быть обязательно такое:

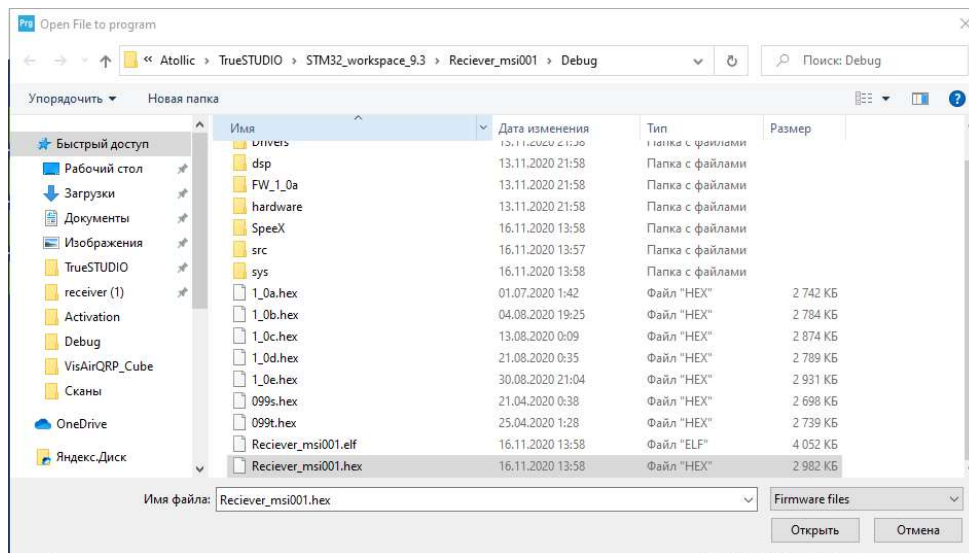


**Настройка «Run after programming» должна быть включена обязательно!**

7) Выбираем необходимый файл для прошивки нажав кнопку Browse:



Выбираем требуемый файл с расширением .hex :

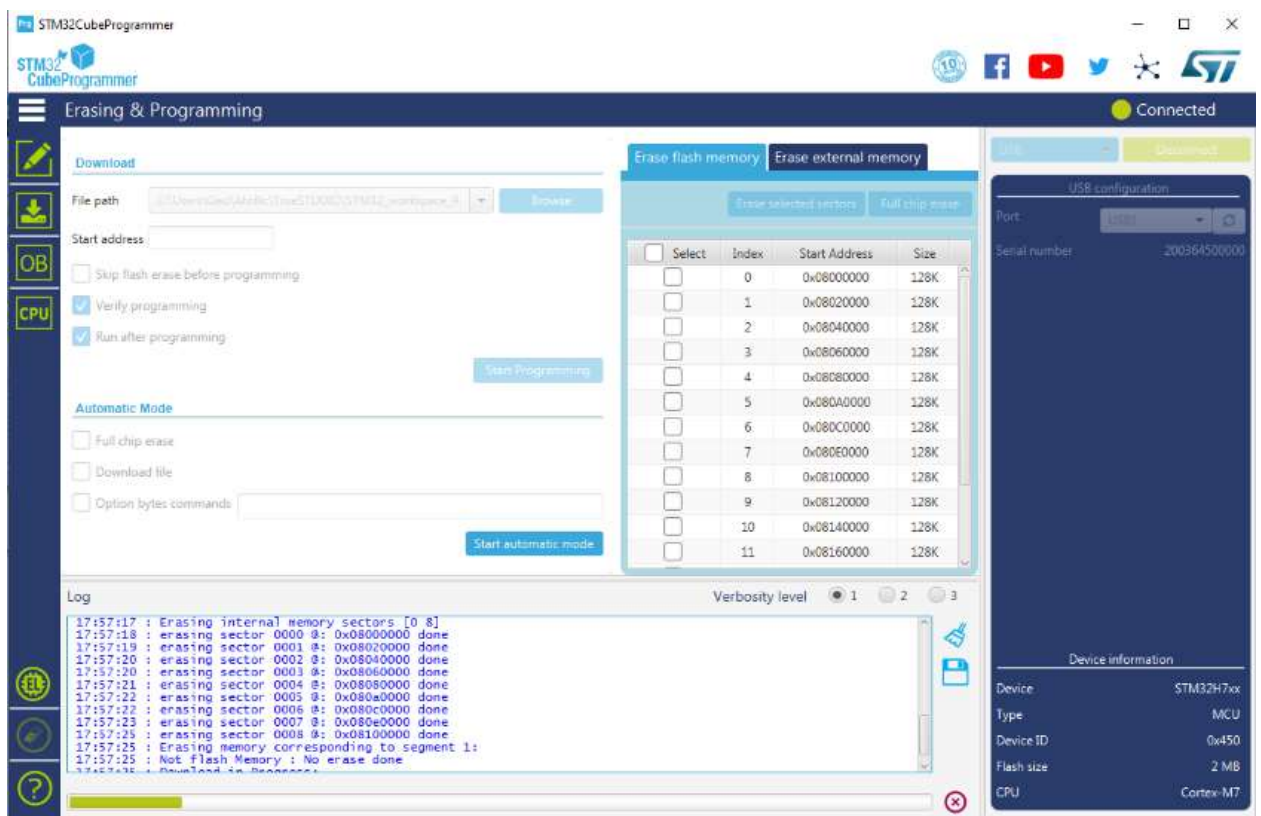


Файл Receiver\_msi001.hex приведен для примера.

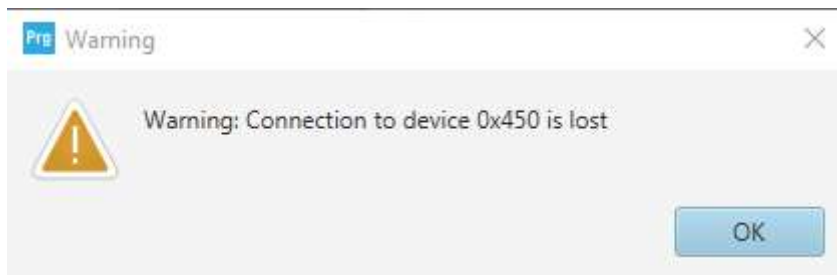
Нажимаем кнопку «Открыть». Нажимаем кнопку

Start Programming

Начнется процесс прошивки:



По завершении прошивки возможны следующие сообщения об ошибке:



Нажимаем «Ок».



Так же нажимаем «Ок».

Наличие данных сообщений абсолютно нормально и связано с внутренней логикой работы программы в приемнике.

8) Закрывать программу STM32CubeProgrammer.

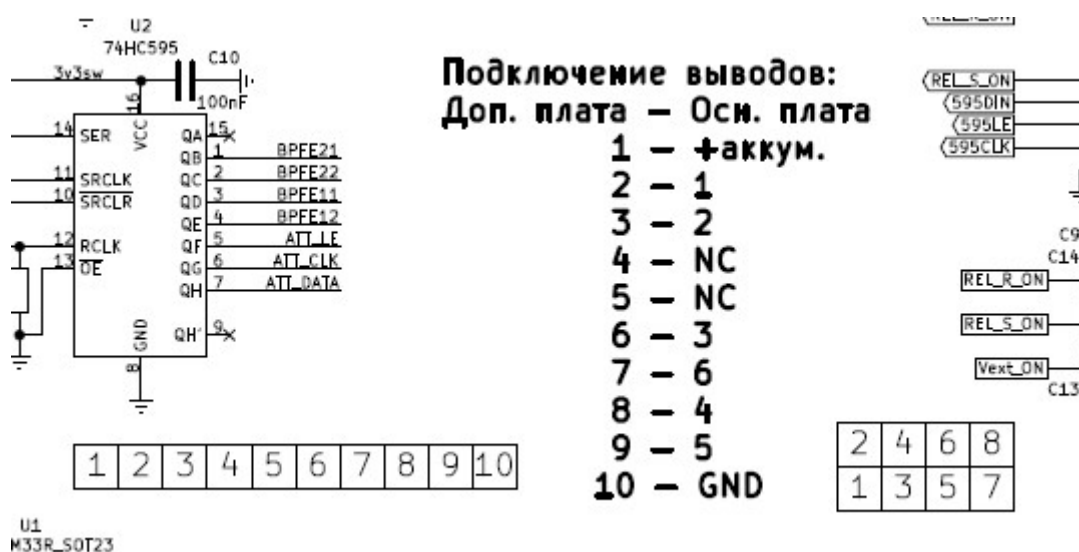
Если настройка «**Run after programming**» не была включена, необходимо повторить прошивку с включенной настройкой «**Run after programming**».

Если радиоприемник прошивался впервые, то надо выключить электропитание и убрать перемычки JP1 и JP3.

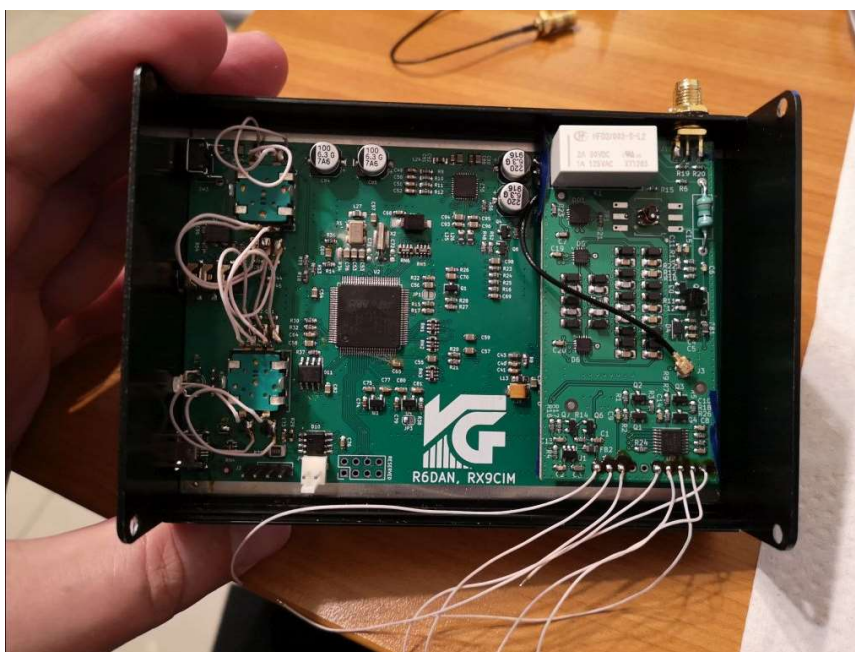
Все! ПО загружено!

## 9 Подключение дополнительной платы

Схема подключения дополнительной платы:



Расположение контактов приведено в том, виде в котором они видны при монтаже платы в приемник:



Для обеспечения дополнительной платы электропитанием возможно подключение как к аккумулятору, так и к другой точке. Например, к конденсатору C76, расположенному возле разъема для подключения аккумулятора. Верхняя часть C76 является GND, нижняя – «+».

## 10 Результаты измерения чувствительности приемника

Sensitivity, dBm, SSB, dF=300-800Hz, S/N=10dB, Input 50 Ohm, optional board is present, display is OFF

| частота    | RF     | RF      | RFGAIN=0, PRE=EN | RF GAIN=10, PRE=EN | RF GAIN=20, PRE=EN |
|------------|--------|---------|------------------|--------------------|--------------------|
|            | GAIN=0 | GAIN=20 |                  |                    |                    |
| 100000     | -97    | -96     | -92              | -92                | -94                |
| 1000000    | -109   | -111    | -121             | -120               | -120               |
| 5000000    | -109   | -114    | -121             | -127               | -128               |
| 10000000   | -110   | -120    | -123             | -125               | -125               |
| 15000000   | -115   | -121    | -121             | -121               | -121               |
| 20000000   | -117   | -121    | -123             | -125               | -124               |
| 30000000   | -111   | -113    | -115             | -116               | -117               |
| 50000000   | -115   | -112    | -109             | -107               | -115               |
| 70000000   | -122   | -121    | -127             | -125               | -127               |
| 90000000   | -120   | -125    | -128             | -128               | -127               |
| 100000000  | -119   | -123    | -124             | -127               | -126               |
| 120000000  | -118   | -113    | -117             | -116               | -113               |
| 140000000  | -108   | -124    | -130             | -128               | -130               |
| 145000000  | -110   | -125    | -130             | -130               | -130               |
| 150000000  | -104   | -122    | -130             | -130               | -127               |
| 170000000  | -112   | -124    | -126             | -130               | -129               |
| 200000000  | -120   | -121    | -127             | -128               | -127               |
| 240000000  | -105   | -108    | -117             | -117               | -114               |
| 410000000  | -106   | -109    | -109             | -109               | -109               |
| 430000000  | -116   | -116    | -118             | -118               | -117               |
| 440000000  | -117   | -114    | -115             | -116               | -115               |
| 500000000  | -96,5  | -108    | -111             | -114               | -112               |
| 600000000  | -117   | -119    | -124             | -126               | -124               |
| 800000000  | -114   | -121    | -123             | -126               | -122               |
| 1100000000 | -98    | -105    | -109             | -113               | -111               |
| 1200000000 | -103   | -106    | -110             | -112               | -112               |
| 1500000000 | -108   | -114    | -113             | -116               | -117               |
| 1900000000 | -101   | -106    | -98              | -103               | -104               |