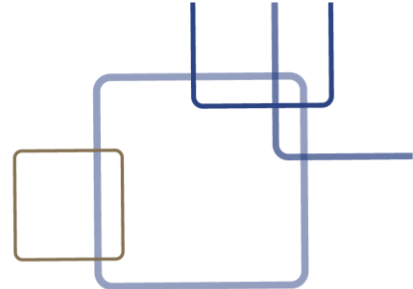




129110, Москва, ул. Щепкина, дом 58, строение 3
пом.IV, 3 этаж, комн. №1
Тел: +7 (495) 785-88-77, Факс: +7 (495) 785-88-78
E-mail: office@satel.org, www.satel.org

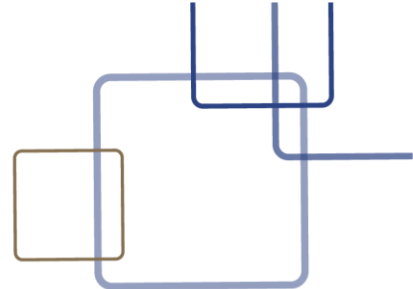


Программное обеспечение микроконтроллера
«Пульт СОДС»
643.САБУ.00028-01
Инструкция по установке

ООО «САТЕЛ»
Москва 2025



129110, Москва, ул. Щепкина, дом 58, строение 3
пом. IV, 3 этаж, комн. №1
Тел: +7 (495) 785-88-77, Факс: +7 (495) 785-88-78
E-mail: office@satel.org, www.satel.org



1. Введение

В настоящем документе приведена инструкция по установке Программного обеспечения микроконтроллера «Пульт СОДС» 643.САБУ.00028-01 (далее – прошивка, ПО МК «Пульт СОДС»).

2. Список необходимых для установки и работы компонентов

Целевая архитектура:

- микроконтроллер K1921BK01T2 / GD32F427ZET6;
- ядро: ARM Cortex-M4 (с FPU).

Первоначальная установка ПО МК «Пульт СОДС» осуществляется на микроконтроллер GD32F427ZET6 платы основной САБУ.466256.002 (из состава Модуля центрального вычислительного САБУ.466559.001 изделия «Пульт СОДС «РТУ» САБУ.465213.001) до сборки, на этапе производства изделия «Пульт СОДС «РТУ» САБУ.465213.001.

Микроконтроллер GD32F427ZET6 работает на частоте 168 МГц и имеет следующие основные характеристики:

- ядро ARM Cortex-M4;
- максимальная частота 200 МГц;
- 144 вывода;
- 512 кБ памяти программ;
- 256 кБ оперативной памяти;
- 3 модуля I2C (используется 2);
- USB FS;
- аппаратные таймеры с ШИМ (используются 4 таймера с внешними выходами);
- аппаратные таймеры с прерываниями (используются 2);
- 3x SPI (используются 3);
- 3x I2C (используются 2);
- 3x АЦП 12 бит (используются 2, один на 10 каналов, второй на 1 канал);
- 2x многоканальный DMA (используются 8 каналов);
- 6x UART (используются 2).

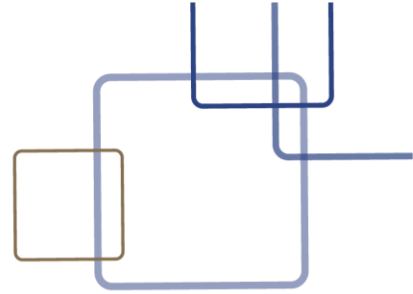
Операционная система FreeRTOS со статическим выделением памяти.

Для первоначальной установки необходимы:

- программатор JetLink;
- USB-кабель, шлейф из комплекта поставки программатора JetLink.



129110, Москва, ул. Щепкина, дом 58, строение 3
пом.IV, 3 этаж, комн. №1
Тел: +7 (495) 785-88-77, Факс: +7 (495) 785-88-78
E-mail: office@satel.org, www.satel.org



Также потребуется:

- программное обеспечение J-Flash, в данной инструкции приведено описание загрузки прошивки в программатор с использованием версии SEGGER J-Flash 7.94.

3. Установочный пакет

Текущие версии:

firmware100_full_v2.1.24+a360253+bookworm_any.deb – deb- полный пакет для установки ПО, содержит:

hub_application.bin	Файл прошивки (только приложение) контроллера в формате для аппаратного программатора
hub_latest.bin	Файл прошивки (загрузчик + приложение) контроллера в формате для аппаратного программатора
hub_latest.sfw	Файл прошивки контроллера в формате для утилиты programmer
hub_loader.bin	Файл прошивки (только загрузчик) контроллера в формате для аппаратного программатора
hub_v2.1.24_a360253.bin	Файл прошивки (загрузчик + приложение) контроллера в формате для аппаратного программатора
hub_v2.1.24_a360253.sfw	Файл прошивки контроллера в формате для утилиты programmer

Имя deb-пакета формируется следующим образом:

"\${PKGNAME}_\${PKGVERSION}+\${PKGHASH}+\${DEBCODENAME}_\${ARCH}.deb

где:

\${PKGNAME} – название пакета;

\${PKGVERSION} – версия пакета;

\${PKGHASH} – короткий SHA256 хэш-коммита. В случае, если пакет собран при наличии локальных изменений в проекте, то в конце дописывается суффикс "-dirty";

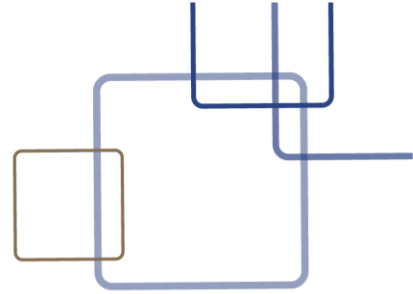
\${DEBCODENAME} – кодовое имя Debian. Для Astra Linux v1.8 и Debian 12 – bookworm;

\${ARCH} – целевая архитектура для запуска пакета.

Имя бинарного файла и файла обновления формируется аналогично:

"\${PKGNAME}_\${PKGVERSION}+\${PKGHASH}.bin

"\${PKGNAME}_\${PKGVERSION}+\${PKGHASH}.sfw



где:

$\${PKGNAME}$ – название файла;

$\${PKGVERSION}$ – версия файла;

$\${PKGHASH}$ – короткий SHA256 хэш-коммита, из которого собирался файл.

4. Языки программирования

Код ПО МК «Пульт СОДС» написан на языке C с использованием стандартной библиотеки C и библиотек поддержки оборудования «GD32F4xx standard peripheral library» и библиотеки USB-стека «GD32F4xx usbfs driver».

5. Загрузка прошивки в программатор JetLink для автономного программирования

Бинарный файл для программатора доступен в `/opt/sods/firmware/` после установки в систему пакета `firmware100_full_*.deb`.

Скопировать копию deb-пакета в локальную директорию ПК.

На ПК открыть терминал и ввести команду:

```
sudo apt install firmware100_full_v2.1.24+a360253+bookworm_any.deb
```

ПО устанавливается в папку `/opt/sods/firmware/`. Для проверки ввести команду:

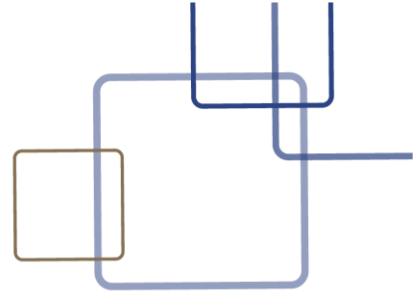
`ls -la /opt/sods/firmware/` и просмотреть наличие файлов:

```
ap@tpe:/mnt/data/work/SPb_rnb/experiments/smart_rack/rev/ghidra_11.4_PUBLIC$ ls -la /opt/sods/firmware/
total 660
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Jul 30 11:23 .
drwxr-xr-x 3 ap ap 4096 Jul 30 11:23 ..
-rw-r--r-- 1 root root 75372 Jul 30 11:13 hub_application.bin
-rw-r--r-- 1 root root 196608 Jul 30 11:13 hub_latest.bin
-rw-r--r-- 1 root root 75600 Jul 30 11:13 hub_latest.sfw
-rw-r--r-- 1 root root 40704 Jul 30 11:13 hub_loader.bin
-rw-r--r-- 1 root root 196608 Jul 30 11:13 hub_v2.1.24_a360253.bin
-rw-r--r-- 1 root root 75600 Jul 30 11:13 hub_v2.1.24_a360253.sfw
```

Выполнить загрузку прошивки микроконтроллера в программатор JetLink, см. Рисунок 1, как описано ниже.



Рисунок 1



1) Установить SEGGER J-Flash на ПК, для этого:

- скачать установочный файл программного обеспечения с сайта www.segger.com/downloads/jlink/, соответствующий операционной системе;
- запустить скачанный установочный файл;
- выполнить установку, следуя инструкциям установщика.

2) Подключить программатор JetLink по интерфейсу USB к ПК, на программаторе должен загореться зеленым индикатор «Ready OK».

3) В терминале ввести:

JFlash

На экране появится окно программного обеспечения SEGGER J-Flash, см. Рисунок 2.

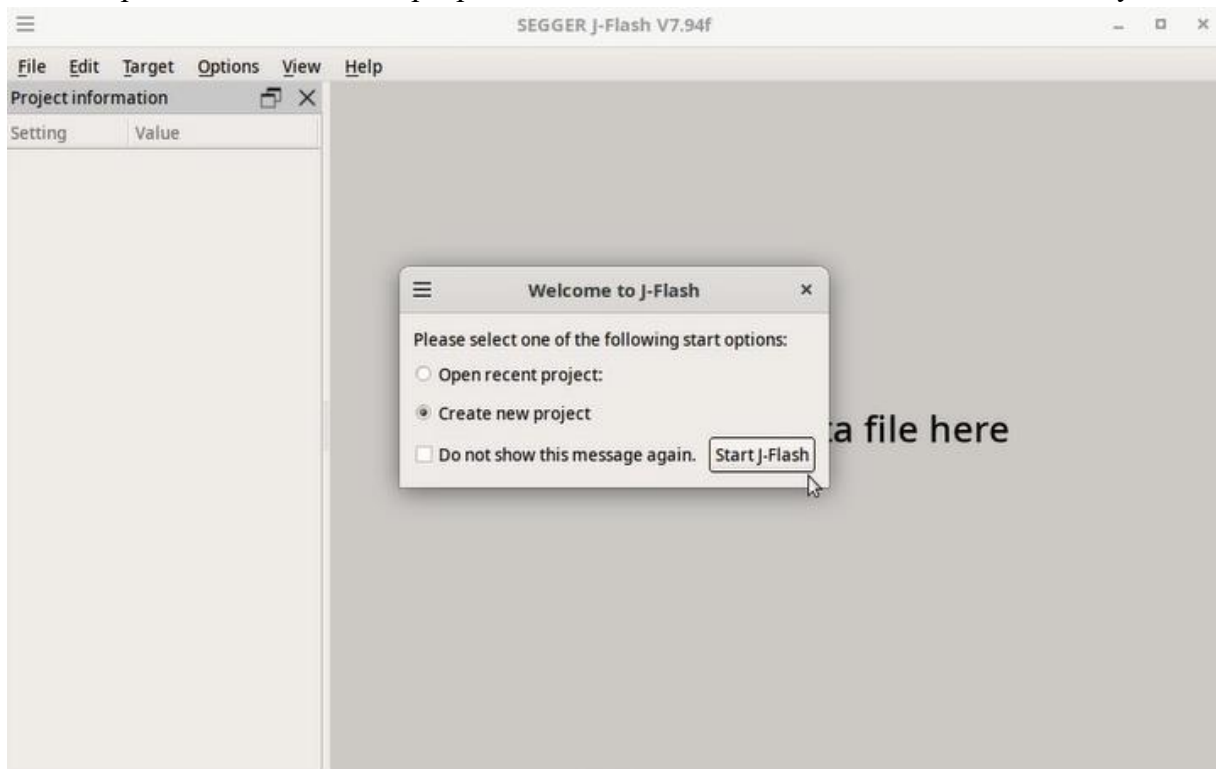


Рисунок 2

4) В программном обеспечении SEGGER J-Flash создать новый проект: выбрать «Create new project» и нажать кнопку «Start j-Flash».

5) В появившемся окне «Create New Project» нажать на кнопку  на панели «Target device» (Рисунок 3).

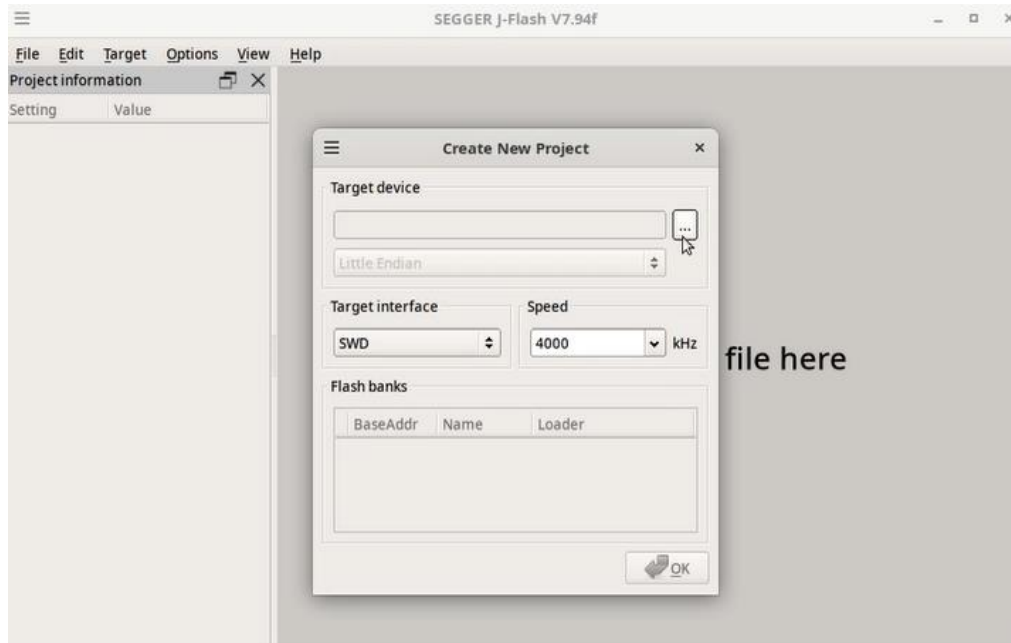
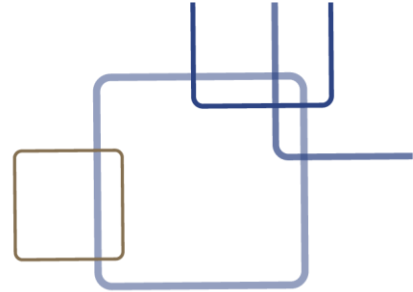


Рисунок 3

б) В появившемся окне «Target Device Settings» выбрать целевой микроконтроллер: GD32F427ZG или GD32F427ZE, см. Рисунок 4, в нашем случае – GD32F427ZE. Нажать кнопку «OK».

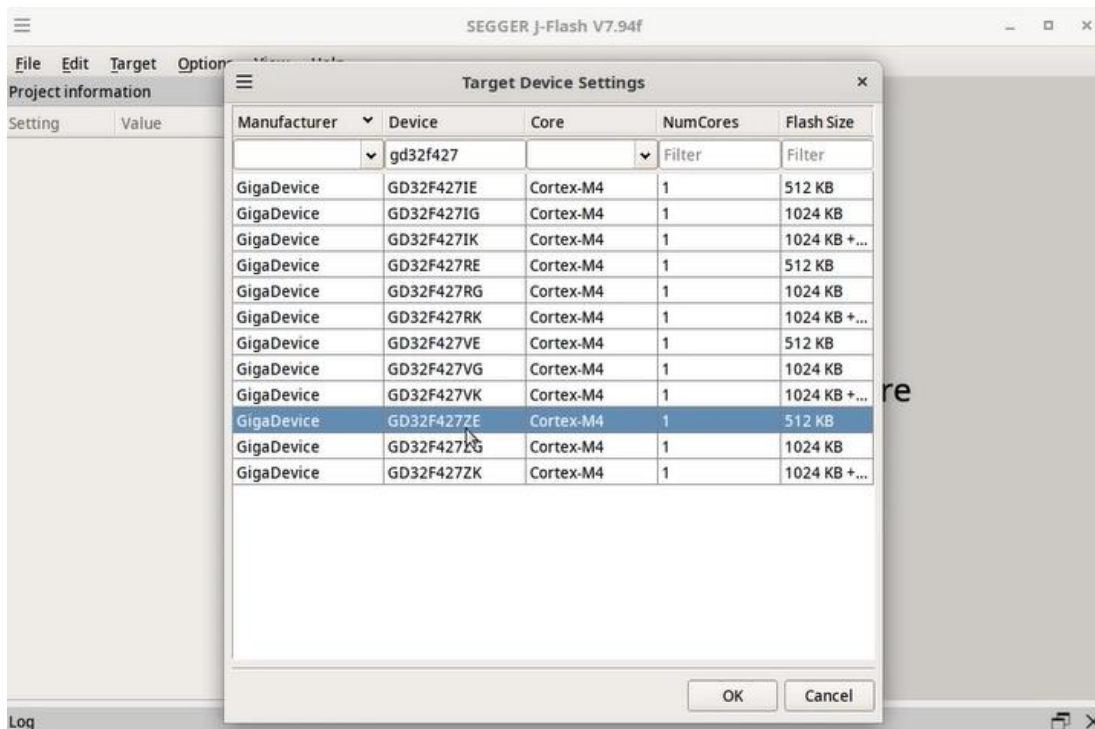
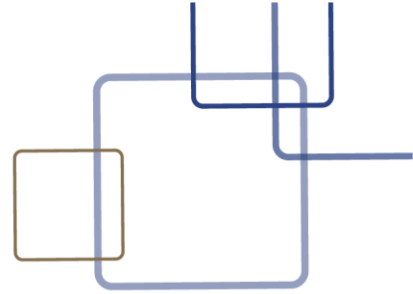


Рисунок 4



Остальные параметры окна «Create New Project» не менять и нажать кнопку «ОК».

7) Выбрать «Options» → «Project settings» → «Target Interface», установить «SWD speed after steps» в 12000 kHz, см. Рисунок 5.

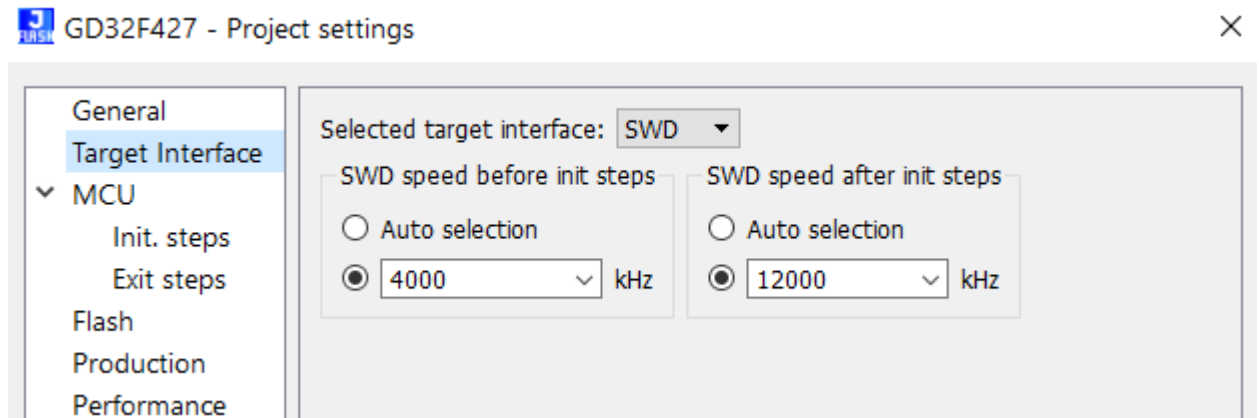


Рисунок 5

8) Выбрать «Options» → «Project settings» → «Production», установить флаг «Fixed VRef», нажать «ОК», см. Рисунок 6.

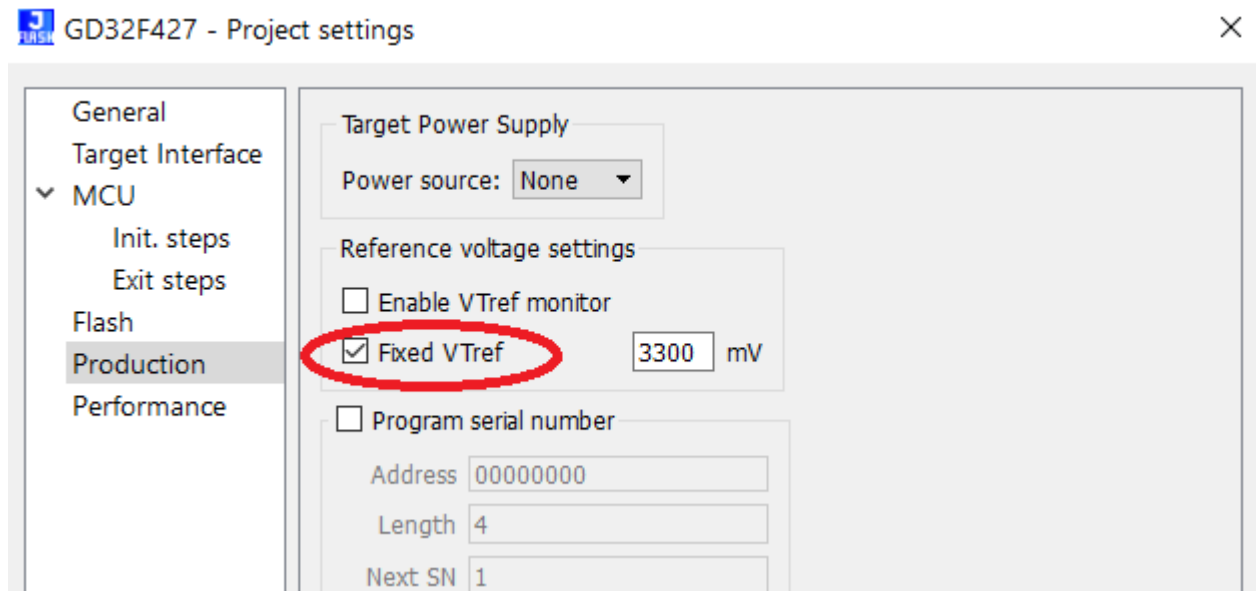


Рисунок 6

9) В главном окне программы SEGGER J-Flash выбрать «File» → «Open data file...» (Рисунок 7). На экране отобразится окно открытия файла (Рисунок 8), в котором указать бинарный файл (например, *hub_v2.1.24_a360253.bin*) и нажать «Open».

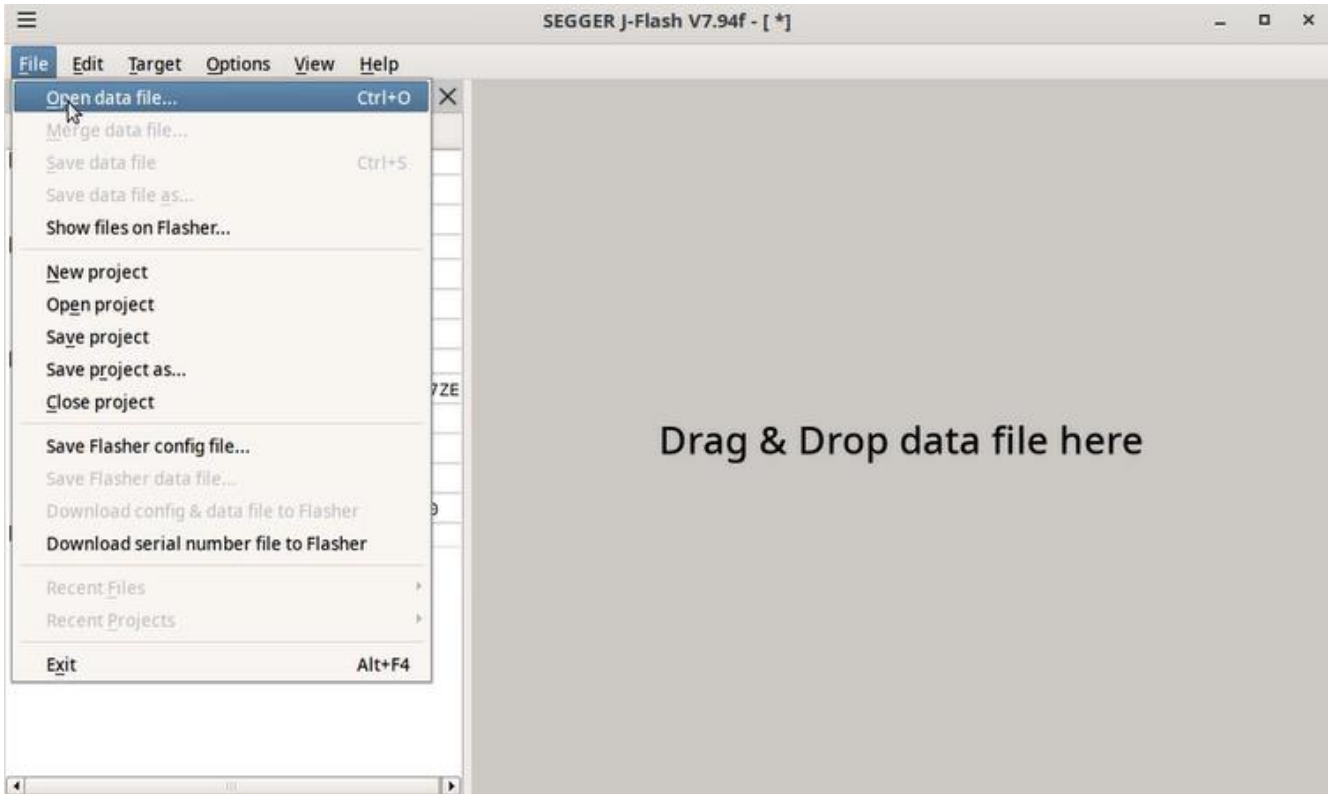
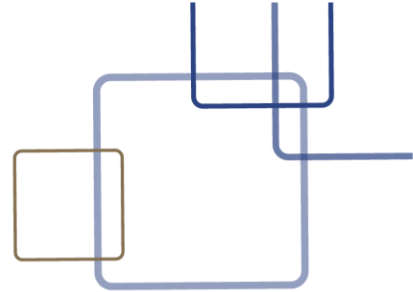


Рисунок 7

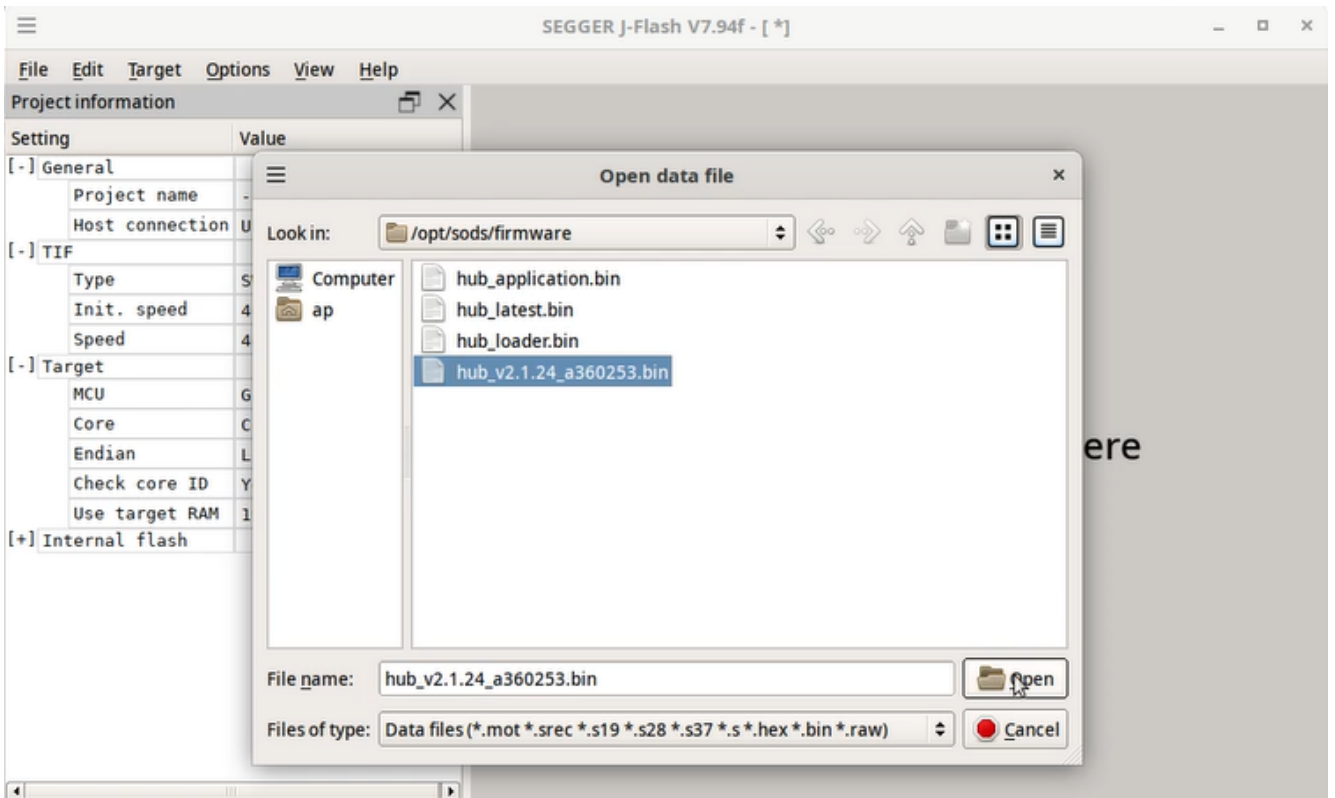
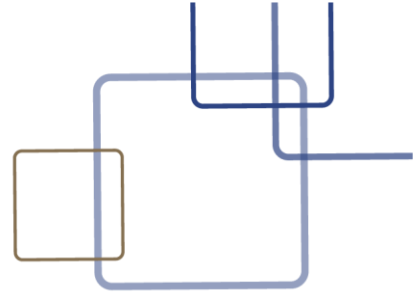


Рисунок 8



10) Начальный адрес (смещение, Start address) не менять (Рисунок 9), нажать «ОК».

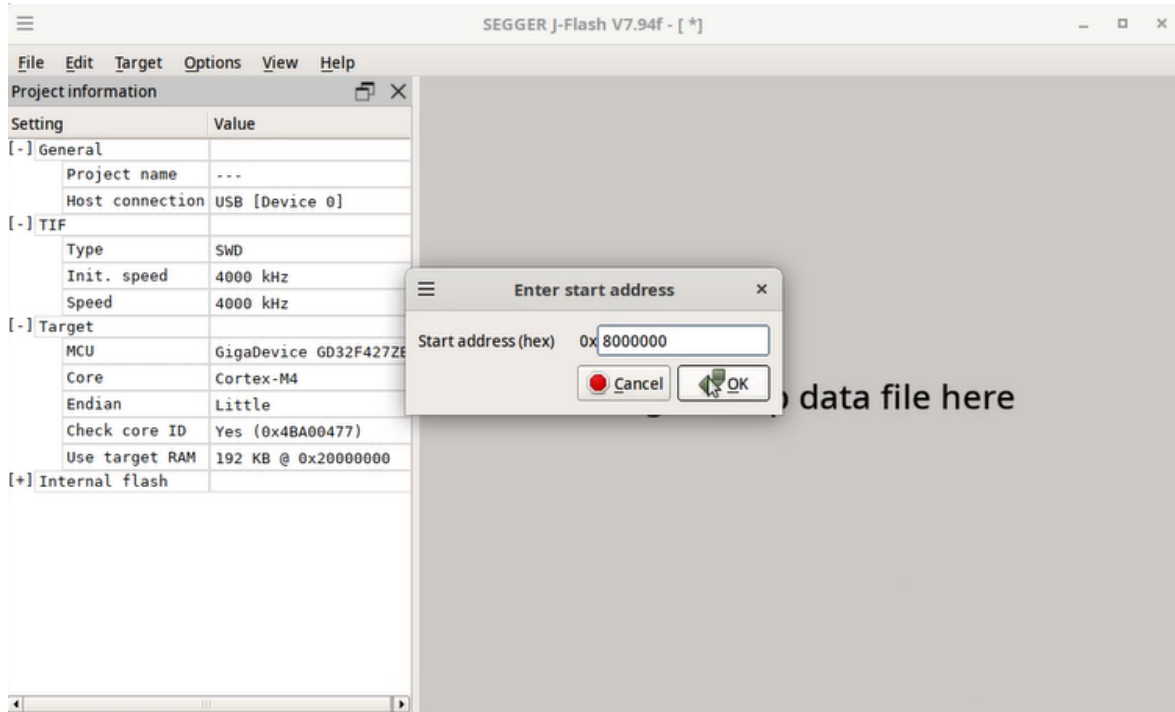


Рисунок 9

11) На экране отобразится содержимое файла, см. Рисунок 10.

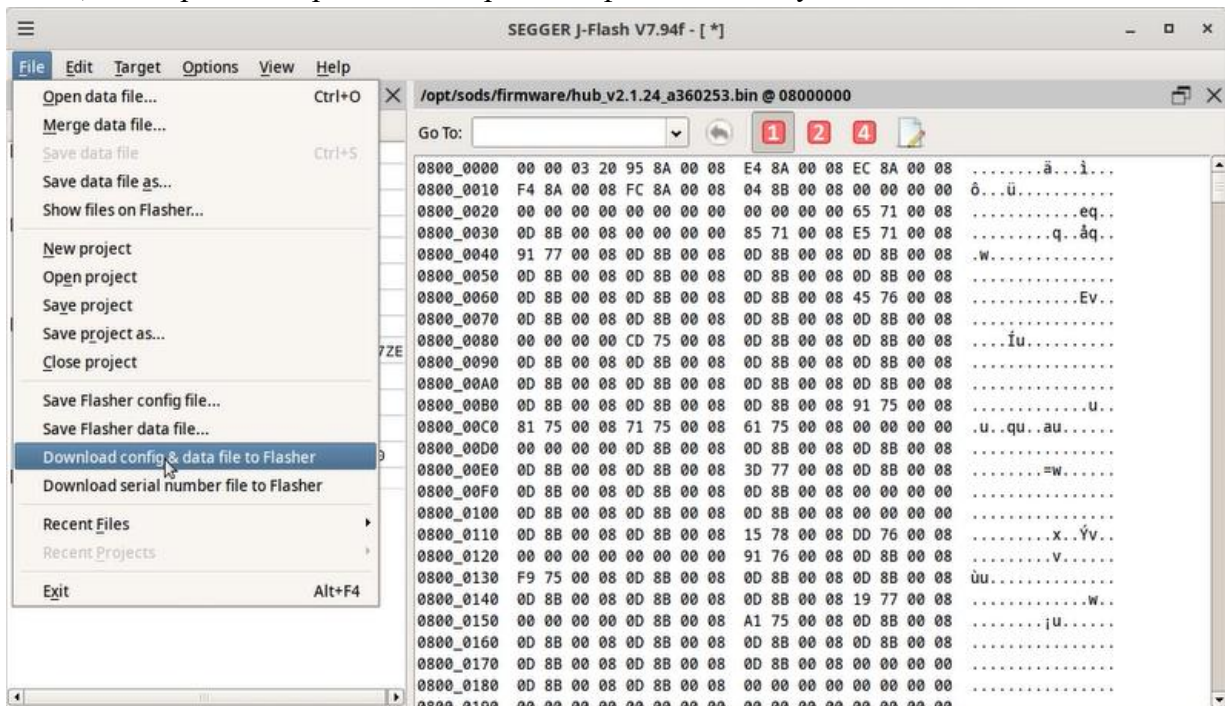
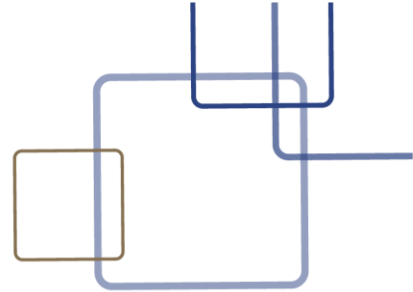


Рисунок 10



12) Выбрать «File» → «Download config & data file to Flasher», программатор сообщает об успешной загрузке в него конфигурации и бинарного файла, см. Рисунок 11. Нажать кнопку «ОК».

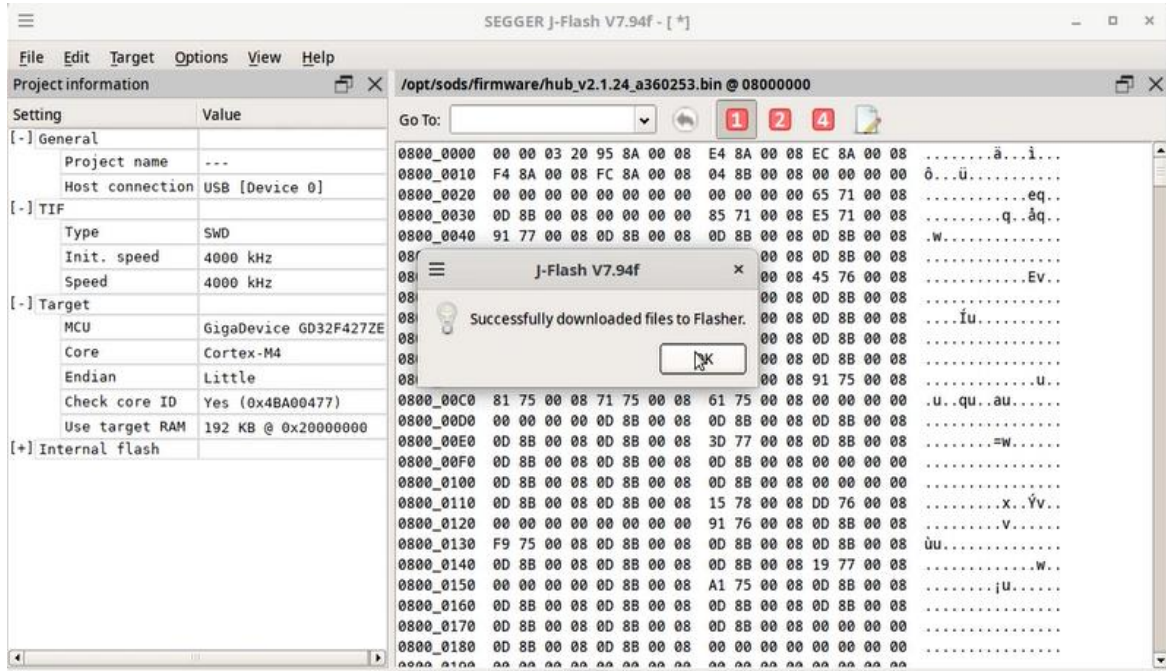


Рисунок 11

13) Перед закрытием окна программы, она предложит сохранить изменения. Нажать «YES» для сохранения файла, при необходимости, чтобы не вводить параметры каждый раз, см. Рисунок 12. Указать путь и имя файла, нажать кнопку «Save» (Рисунок 13).

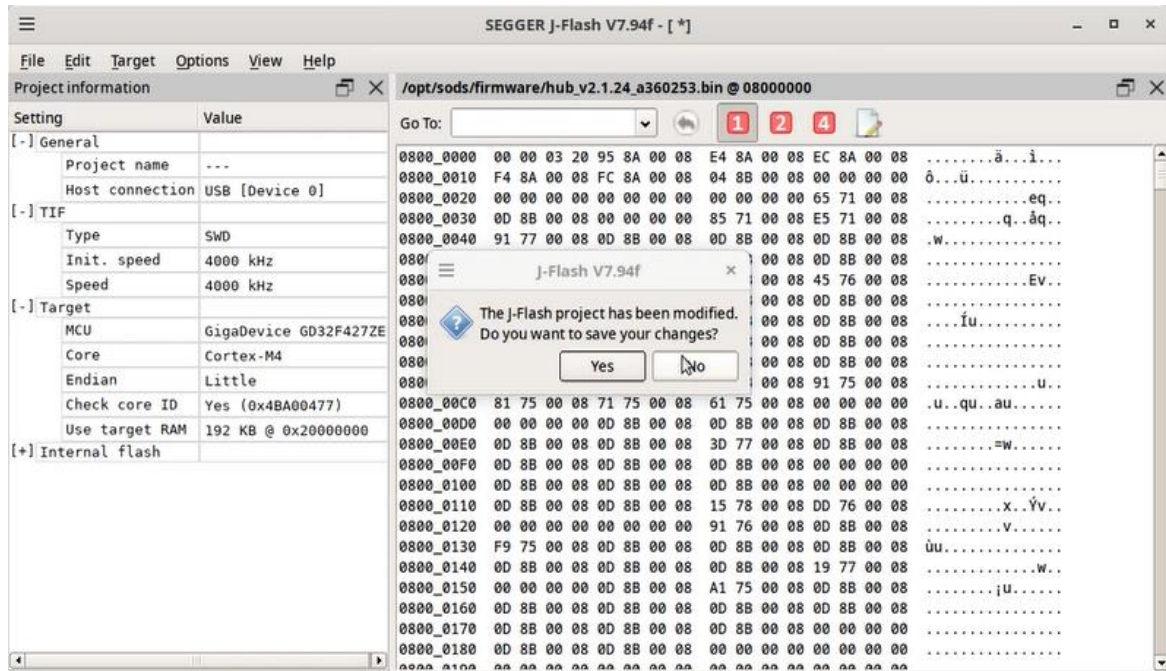


Рисунок 12

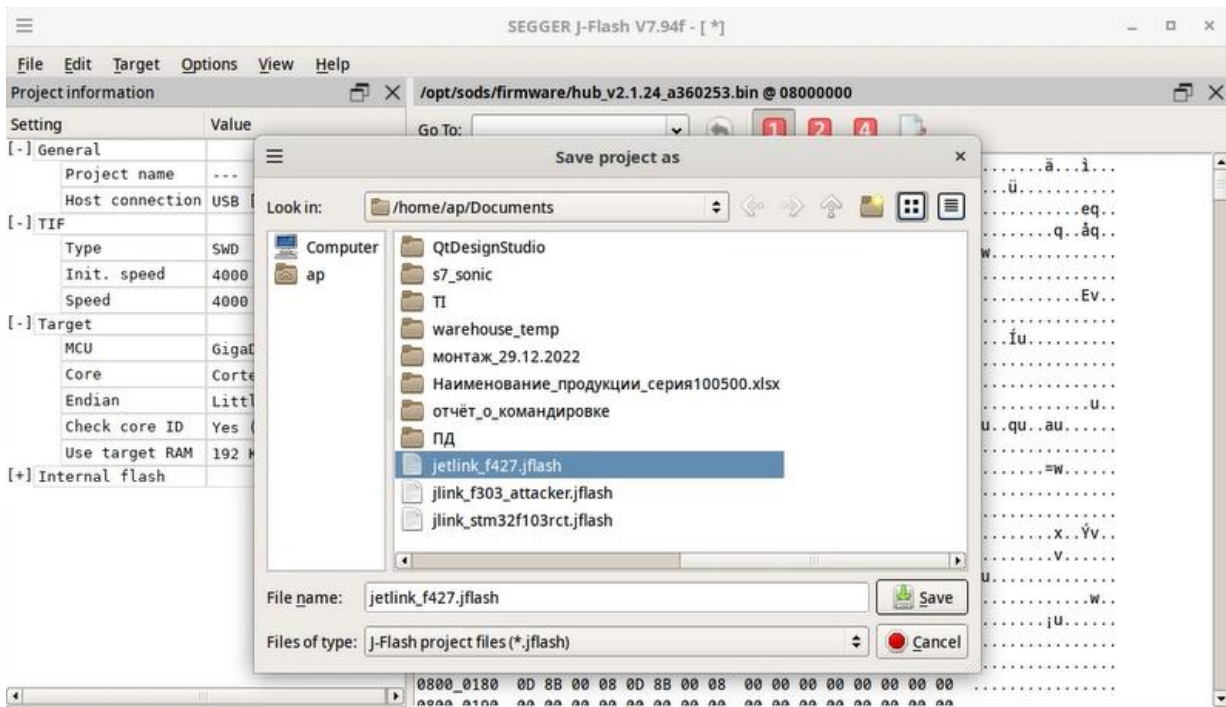
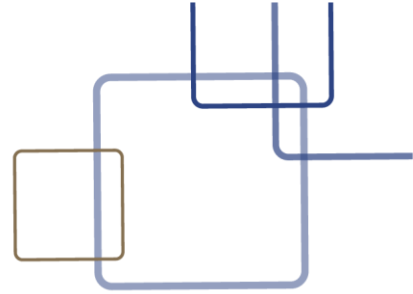


Рисунок 13

6. Программирование контроллера платы основной САБУ.466256.002 с помощью программатора

Производится до сборки основной платы в узел.

В случае возникновения проблем при прошивке плата бракуется.

Программатор JetLink уже содержит прошивку внутри себя.

Процесс программирования:

- 1) Шлейф от программатора необходимо подключить к разъему XP2 основной платы (1 соотв. 1, не перепутать и т.п.), см. Рисунок 14. В верхнем левом углу платы будет светиться только верхний светодиод (VD25).

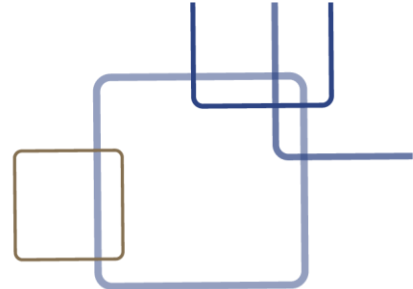


Рисунок 14

2) Программатор необходимо подключить по USB к адаптеру питания, при этом на программаторе должен загореться зеленый светодиод «Ready OK».

3) Далее на программаторе нажать кнопку «START». В случае, если все правильно подключено и контроллер работоспособен, индикатор «Ready OK» проморгает пару раз и останется включенным, это сигнализирует об успешном окончании программирования.

4) Для проверки после прошивки следует отключить питание от программатора, а затем подключить его повторно. В случае успешной прошивки в верхнем левом углу платы будут светиться два верхних светодиода VD25 и VD26, см. Рисунок 15.

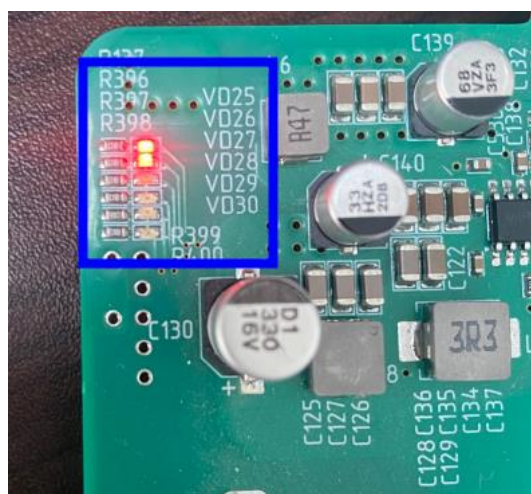
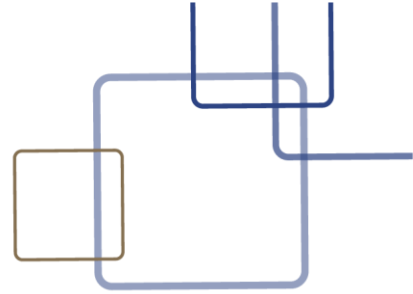


Рисунок 15



129110, Москва, ул. Щепкина, дом 58, строение 3
пом.IV, 3 этаж, комн. №1
Тел: +7 (495) 785-88-77, Факс: +7 (495) 785-88-78
E-mail: office@satel.org, www.satel.org



- 5) Прошивка микроконтроллера успешно завершена;
- 6) Отсоединить программатор.

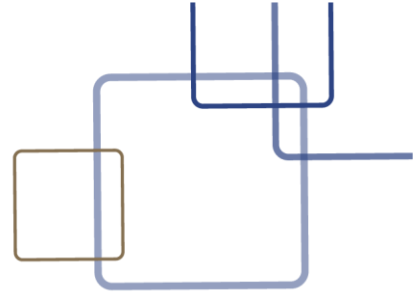
Контакты технических специалистов, которые могут проконсультировать по процессу развертывания и настройки экземпляра ПО и его функционирования:

Телефон: + 7(495) 785-88-75

Электронная почта: helpdesk@satel.org



129110, Москва, ул. Щепкина, дом 58, строение 3
пом.IV, 3 этаж, комн. №1
Тел: +7 (495) 785-88-77, Факс: +7 (495) 785-88-78
E-mail: office@satel.org, www.satel.org



Приложение

Список файлов deb-пакета после установки

Путь	Описание
/opt/sods/firmware/hub_application.bin	Файл прошивки (только приложение) контроллера в формате для аппаратного программатора
/opt/sods/firmware/hub_latest.bin	Файл прошивки (загрузчик + приложение) контроллера в формате для аппаратного программатора
/opt/sods/firmware/hub_latest.sfw	Файл прошивки контроллера в формате для утилиты programmer
/opt/sods/firmware/hub_loader.bin	Файл прошивки (только загрузчик) контроллера в формате для аппаратного программатора
/opt/sods/firmware/hub_v2.1.24_a360253.bin	Файл прошивки (загрузчик + приложение) контроллера в формате для аппаратного программатора
/opt/sods/firmware/hub_v2.1.24_a360253.sfw	Файл прошивки контроллера в формате для утилиты programmer