



Программное обеспечение «ВЧРП»

**Инструкция по установке экземпляра программного обеспечения,
предоставленного для проведения экспертной проверки**

Оглавление

1. Общие сведения
2. Системные требования
3. Установка инструментов разработки
 - 3.1. Ubuntu
 - 3.2. Astra Linux
4. Компиляция ПО
5. Загрузка прошивки
6. Возможные ошибки
7. Техническая поддержка

1. Общие сведения

Встроенное программное обеспечение “ВЧРП” предназначено для центральной платы управления производства частотными преобразователями на базе архитектуры Blackfin BF607 производства Analog Devices. Используемый язык программирования – С. Для загрузки ПО в микроконтроллер требуется специализированный набор инструментов для компиляции и загрузки.

Инструкция содержит подробные указания по установке toolchain, компиляции исходного кода и загрузке прошивки на устройство.

2. Системные требования

Рекомендуемые требования:

- **Процессор:** Intel Core i5 / AMD Ryzen 5 или выше
- **Оперативная память:** 8 ГБ или более
- **Свободное место на диске:** 20 ГБ
- **Операционная система:**
 - Ubuntu 20.04 LTS / 22.04 LTS
 - Astra Linux Common Edition 2.12 или выше

Необходимое оборудование:

- JTAG-программатор/отладчик с поддержкой Blackfin (ICE-1000, ICE-2000, USB-Blaster II)
- Плата ЦПУ частотного преобразователя
- Кабель JTAG (14-pin или 20-pin)
- Блок питания (12В/3А)

3. Установка инструментов разработки

3.1 Ubuntu 20.04 / 22.04

3.1.1. Перед началом рекомендуется обновить систему

```
sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

3.1.2. Установка базовых инструментов

```
sudo apt install gcc-bfin bfin-utils bfin-elf-gcc bfin-elf-binutils bfin-elf-gdb
```

3.1.3. Установка Blackfin Toolchain

Для Ubuntu возможны два способа установки toolchain:

Способ А: Установка из репозитория

```
sudo apt install gcc-bfin bfin-utils bfin-elf-gcc bfin-elf-binutils bfin-elf-gdb
```

Способ В: Установка из ADI

загрузка toolchain

```
wget https://sourceforge.net/projects/adi-toolchain/files/2014R1/2014R1-RC2/i386/  
blackfin-toolchain-2014R1-RC2-i386.tar.bz2
```

распаковка

```
sudo tar -xjf blackfin-toolchain-2014R1-RC2-i386.tar.bz2 -C /opt/
```

добавление в PATH

```
echo 'export PATH=/opt/blackfin-toolchain/bin:$PATH' >> ~/.bashrc
```

```
source ~/.bashrc
```

3.1.4. Установка дополнительных компонентов

```
sudo apt install openocd libusb-1.0-0-dev libftdi-dev python3 python3-pip make cmake  
xxd -y
```

3.1.5. Установка драйверов для USB программатора

```
sudo apt install libusb-1.0-0 libusb-dev
```

Создаем файл правил udev для программатора:

```
sudo vim /etc/udev/rules.d/99-blackfin-jtag.rules
```

Заполняем файл следующим содержимым:

```
SUBSYSTEM="usb", ATTR{idVendor}="064b", ATTR{idProduct}="0225", MODE="0666",  
GROUP="plugdev"
```

```
SUBSYSTEM="usb", ATTR{idVendor}="09fb", ATTR{idProduct}="6010", MODE="0666",  
GROUP="plugdev"
```

Сохраняем файл (ESC → :wq) и перезагружаем правила:

```
sudo udevadm control --reload-rules  
sudo udevadm trigger
```

3.1.6. Проверка установки

```
bfin-elf-gcc -version
```

При корректной установке в терминале должна быть выведена аналогичная строка:

```
bfin-elf-gcc (Blackfin toolchain 2014R1-RC2) 4.3.5
```

3.2 Astra linux

3.2.1. Обновление системы

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get dist-upgrade -y
```

3.2.2. Установка базовых инструментов

```
sudo apt-get install build-essential git wget curl -y
```

3.2.3. Добавление репозитория для Blackfin

В Astra Linux пакеты для Blackfin отсутствуют в основном репозитории. Необходимо либо использовать репозитории Ubuntu, либо собрать toolchain вручную (рекомендуется).

Способ А. Использование репозитория Ubuntu

Добавьте репозиторий Ubuntu в sources.list:

```
sudo vim /etc/apt/sources.list.d/ubuntu-toolchain.list
```

Добавьте в файл строку:

```
deb http://archive.ubuntu.com/ubuntu focal universe
```

Обновите список пакетов:

```
sudo apt-get update
```

Установите пакеты:

```
sudo apt-get install gcc-bfin bfin-utils bfin-elf-gcc bfin-elf-binutils
```

Способ В. Ручная сборка toolchain

Скачиваем исходники

```
cd /tmp
```

```
wget https://sourceforge.net/projects/adi-toolchain/files/2014R1/  
src/blackfin-toolchain-src-2014R1-RC2.tar.bz2
```

Распаковываем

```
tar -xjf blackfin-toolchain-src-2014R1-RC2.tar.bz2  
cd blackfin-toolchain-src-2014R1-RC2
```

Собираем (может занять более 60 минут)

```
./build-toolchain.sh --prefix=/opt/blackfin-toolchain
```

Добавляем в PATH

```
echo 'export PATH=/opt/blackfin-toolchain/bin:$PATH' >> ~/.bashrc  
source ~/.bashrc
```

3.2.4. Установка зависимостей

```
sudo apt-get install openocd libusb-1.0-0-dev libudev-dev python3 make cmake xxd -y
```

3.2.5. Настройка прав доступа

```
sudo usermod -a -G dialout $USER  
sudo usermod -a -G plugdev $USER
```


4. Компиляция ПО

4.1 Подготовка исходных файлов

Распакуйте архив с исходным кодом в рабочую директорию:

```
cd ~/
tar -xzf vchrp_fw.tar.gz
cd vchrp_fw
```

4.2 Компиляция

```
bfin-elf-gcc -mcpu=bf607 -O2 -o main.elf src/main.c -Iinc/ -Llib/
```

4.3 Создание загрузочного файла

После успешной компиляции создайте загрузочный файл:

```
bfin-elf-ldrbfin-elf-ldr -T BF607 main.elf -o main.ldr
```

4.4 Проверка результатов

После компиляции в директории должны появиться файлы main.elf (исполняемый файл) и main.ldr (загрузочный файл для прошивки)

5. Загрузка прошивки

5.1 Подготовка оборудования

1. Плата должны быть обесточена
2. Подключите программатор к плате (JTAG)
3. Подключите программатор к USB/COM порту компьютера

5.2 Проверка соединения

```
lsusb | grep -i "analog\\|adi\\|ftdi"
```

Должна отобразиться строка вида:

```
Bus 001 Device 005: ID 064b:0225 Analog Devices, Inc. ICE-1000
```

5.3 Загрузка прошивки

1. Запустите OpenOCD

```
openocd -f interface/ftdi/adi-usb-blaster.cfg -f target/bf607.cfg
```

2. В другом терминале запустите GDB

```
cd ~/vchrp_fw  
bfin-elf-gdb main.elf
```

3. В консоли GDB выполните:

```
(gdb) target remote localhost:3333  
(gdb) monitor reset halt  
(gdb) load  
(gdb) monitor reset init  
(gdb) continue
```

4. Дождитесь завершения загрузки

5. Проверьте статус

```
(gdb) info registers
```

6. Возможные ошибки

6.1 Ошибка “Permission denied”

Причина: недостаточные права для доступа к USB устройству

Решение:

1. Добавьте пользователя в группу:

```
sudo usermod -a -G dialout $USER
sudo usermod -a -G plugdev $USER
```

2. Создайте правила udev (п. 3.1.5)

6.2 OpenOCD не находит конфигурационный файл

Причина: неправильный путь или отсутствие конфигурации для BF607

Решение:

1. Проверьте наличие файла:

```
find /usr/share/openocd -name bf607.cfg
```

2. Если отсутствует, создайте файл вручную:

```
adapter speed 10000
transport select jtag

if { [info exists CHIPNAME] } {
    set _CHIPNAME $CHIPNAME
} else {
    set _CHIPNAME bf607
}

jtag newtap $_CHIPNAME cpu -irlen 5 -expected-id 0x027a20f5

set _TARGETNAME $_CHIPNAME.cpu
target create $_TARGETNAME blackfin -chain-position $_TARGETNAME
```

3. Укажите путь к файлу явно:

```
openocd -f /path/to/bf607.cfg
```

7. Техническая поддержка

В случае возникновения проблем, не описанных в данной инструкции, обратитесь в службу технической поддержки ООО «ЭЛТЕРА»:

Email: info@eltera.pro

Телефон: +7 (8352) 238563 доб. 427

Часы работы: Пн-Пт 9:00-18:00 (МСК)

При обращении укажите:

- ОС и ее версию
- Полный текст и/или код ошибки
- Логи из терминала или GDB