

ЗАГРУЗЧИК U-BOOT ДЛЯ 1892ВМ14Я. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

**Версия v2.2
05.12.2016**

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	О документе	3
2	Назначение и основные возможности загрузчика	4
3	Краткое описание исходных кодов загрузчика	5
4	Параметры конфигурации загрузчика	6
5	Особенности работы загрузчика	7
5.1	Переменные окружения загрузчика	8
5.2	Режим загрузки Linux с SD-карты	8
5.3	Режим монитора	9
6	Сборка загрузчика	11
7	Образ загрузчика	12

1. О ДОКУМЕНТЕ

Данный документ описывает особенности работы загрузчика U-Boot v2016.03.0.6 для следующих модулей на базе СнК 1892ВМ14Я (далее МСom-02):

- Салют-ЭЛ24Д1 r1.3;
- Салют-ЭЛ24Д1 r1.4;
- Салют-ЭЛ24Д1 r1.5;
- Салют-ЭЛ24Д2 r1.1.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАГРУЗЧИКА

Основное назначение загрузчика:

- начальная инициализация аппаратуры;
- загрузка Device Tree Blob (DTB) из SPI флеш-памяти или с SD-карты;
- загрузка образа Linux с SD-карты;
- загрузка baremetal приложений с SD-карты.

Загрузчик обеспечивает следующие основные возможности:

- передача параметров запуска Linux;
- инициализация контроллеров памяти DDR;
- загрузка и редактирование DTB;
- переменные окружения;
- терминал UART;
- режим монитора по терминалу UART;
- поддержка сторожевого таймера;
- поддержка GPIO;
- команды доступа к памяти;
- подсистема MMC;
- подсистема SPI флеш-памяти;
- поддержка файловых систем.

Загрузчик реализует обходы для следующих ограничений согласно документу “Микро-схема интегральная 1892ВМ14Я. Перечень выявленных ограничений”:

- #867;
- #971;
- #972;
- #1160;
- #1969;
- #3346.

3. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ КОДОВ ЗАГРУЗЧИКА

Исходные коды основаны на U-Boot v2016.03-g563d8d9¹.

Имена файлов и директорий указаны относительно корневой директории исходных кодов загрузчика.

Описание общей структуры исходных кодов доступно в файле README.

Список файлов для поддержки модулей на базе MCom-02:

- Файлы начальной инициализации:
 - arch/arm/cpu/armv7/mcom/*.c
 - arch/arm/cpu/armv7/mcom/*.S
 - arch/arm/include/asm/arch-mcom/*.h
 - board/elvees/mcom/*.c
- Файлы Device Tree Source (DTS):
 - arch/arm/dts/mcom*.dts
- Файлы конфигурации Kconfig:
 - arch/arm/cpu/armv7/mcom/Kconfig
 - board/elvees/mcom/Kconfig
 - configs/salute_defconfig
- Файлы конфигурации для поддерживаемых модулей:
 - include/configs/mcom.h

¹ <http://git.denx.de/?p=u-boot.git;a=commit;h=563d8d93585035fa2a0b20190c1008eb625432c4>

4. ПАРАМЕТРЫ КОНФИГУРАЦИИ ЗАГРУЗЧИКА

Подробное описание параметров конфигурации загрузчика содержится в файле README.

Дополнительные параметры конфигурации для модулей на базе MCom-02:

- HW_WATCHDOG

Включение аппаратного сторожевого таймера (по умолчанию не задано).

5. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЗАГРУЗЧИКА

Загрузка U-Boot происходит в два этапа:

- в режиме загрузки из SPI флеш-памяти или с SD-карты первичный загрузчик BootROM копирует U-Boot Secondary Program Loader (U-Boot SPL) во внутреннюю память RAM и передает ему управление;
- U-Boot SPL копирует основной загрузчик (U-Boot) из SPI флеш-памяти или с SD-карты в память DDR и передает ему управление.

Устройство для загрузки U-Boot SPL и U-Boot определяется значением регистра BOOT контроллера SMCTR СнК 1892ВМ14Я.

Основные функции U-Boot SPL:

- минимальная начальная настройка аппаратуры (см. функцию `board_init_f()` в файле `agch/agm/cpu/agmv7/mcom/board.c`):
 - останов ядра CPU1;
 - выключение DDR retention (ограничение #1160);
 - запись адреса функции холодного сброса BootROM в регистр ALWAYS_MISC0;
 - включение сторожевого таймера, если задано конфигурацией;
 - включение отображения загрузочных областей по умолчанию (ограничение #971);
 - включение конфигурации по умолчанию для коммутатора Accelerator Coherency Port (ограничение #972);
 - настройка APLL, CPLL и SPLL;
 - настройка терминала UART0;
 - настройка контроллеров памяти DDR0 и DDR1;
 - установка параметров `t_rfc_min` и `t_ras_min` для памяти DDR (ограничение #1969);
 - настройка контроллеров SDMMC0 и SDMMC1 (включение резисторных подтяжек и т.д.);
- загрузка U-Boot (см. функцию `board_init_r()` в файле `common/spl/spl.c`):
 - загрузка драйвера GPIO;
 - загрузка драйвера SPI для контроллера SPI0;
 - загрузка драйвера SPI флеш-памяти;
 - загрузка драйвера контроллеров SDMMC;

- копирование из SPI флеш-памяти или с SD-карты в память DDR основного загрузчика;
- передача управления основному загрузчику.

Параметры настройки аппаратуры для драйверов устройств определяются файлом DTS, соответствующим типу модуля (указывается при сборке).

Основной загрузчик обеспечивает следующие режимы работы:

- режим загрузки Linux с SD-карты;
- режим монитора.

5.1 Переменные окружения загрузчика

Загрузчик поддерживает возможность настройки через переменные окружения.

Подробное описание переменных окружения содержится в файле README.

Значение переменной `bootargs` передается в качестве параметров запуска Linux.

Дополнительные переменные окружения загрузчика для модулей на базе MCom-02:

- `ddrctl_cid=<0|1>`
Номер контроллера для команды `ddrctl_cmd` (значение по умолчанию: 1).
- `ddrctl_cmd=<disable|enable>`
Команда управления контроллерами DDR (значение по умолчанию: `disable`).

В режиме монитора доступны функции управления переменными окружения.

5.2 Режим загрузки Linux с SD-карты

Последовательность действий, выполняемых в режиме загрузки Linux с SD-карты, определяется командой загрузки `bootcmd` и задается в конфигурации (см. файл `include/configs/mcom.h`).

Соответствующий типу модуля DTB входит в состав образа U-Boot и передается Linux при запуске.

Загрузка выполняется с первого раздела SD-карты, подключенной к контроллеру SD-MMC0. SD-карта должна содержать Master Boot Record. Загрузочный раздел должен соответствовать следующим требованиям:

- быть основным (первичным);
- иметь файловую систему FAT;
- содержать в корневой директории файл переменных окружения `u-boot.env`;
- содержать в корневой директории файл образа Linux `zImage`.

Конфигурация загрузчика задает следующую последовательность действий для загрузки с SD-карты:

- импорт переменных окружения из файла `u-boot.env`;
- чтение образа Linux из файла `zImage` в память по адресу, определенному переменной `kernel_addr_r`;
- копирование DTB, входящего в состав загрузчика, в память по адресу, определенному переменной `fdt_addr_r`;
- выключение контроллера DDR, заданного переменной `ddrctl_cid`, если значение переменной `ddrctl_cmd` установлено в `disable` (по умолчанию выключается контроллер DDR1);
- запуск образа Linux по адресу `kernel_addr_r` с параметрами, заданными переменной `bootargs`, и DTB, загруженным по адресу `fdt_addr_r`.

5.3 Режим монитора

После запуска загрузчик в течение 2 секунд ожидает от пользователя ввода любого символа через терминал `UART0` для перехода в режим монитора.

Некоторые команды, поддерживаемые монитором загрузчика:

- `base` — установка смещения для команд обращения к памяти;
- `bdinfo` — печать информации о модуле;
- `bootd` — выполнение команды загрузки по умолчанию;
- `bootelf` — загрузка образа ELF из памяти;
- `bootm` — загрузка образа приложения из памяти;
- `bootz` — загрузка образа `zImage` из памяти;
- `cmp` — сравнение содержимого памяти;
- `coninfo` — печать информации о консольных устройствах;
- `cp` — копирование содержимого памяти;
- `crc32` — вычисление контрольной суммы;
- `dm` — печать информации о драйверах устройств;
- `echo` — печать аргументов;
- `editenv` — редактирование переменных окружения;
- `env` — управление переменными окружения;
- `fdt` — управление Flattened Device Tree (FDT);
- `go` — запуск приложения по указанному адресу;
- `help` — печать справки и полного списка команд монитора;

- `iminfo` — печать информации об образе приложения;
- `load` — загрузка файла из файловой системы;
- `loadb` — загрузка файла через терминал по протоколу Kermit;
- `loads` — загрузка файла в формате S-Record через терминал;
- `loadx` — загрузка файла через терминал по протоколу XMODEM;
- `loady` — загрузка файла через терминал по протоколу YMODEM;
- `loop` — бесконечный цикл по диапазону адресов;
- `md` — отображение содержимого памяти;
- `meminfo` — отображение информации о памяти;
- `mm` — изменение содержимого памяти с автоматическим увеличением адреса;
- `mmc` — функции для работы с подсистемой MMC;
- `mmcinfo` — отображение информации о MMC;
- `mw` — заполнение памяти;
- `nm` — изменение содержимого памяти по постоянному адресу;
- `printenv` — печать переменных окружения;
- `run` — выполнение команд из указанной переменной окружения;
- `save` — сохранение файла в файловой системе;
- `saveenv` — сохранение переменных окружения;
- `setenv` — установка переменных окружения;
- `sf` — функции для работы с подсистемой SPI флеш-памяти;
- `version` — печать версий монитора, компилятора и компоновщика.

Дополнительные команды монитора для модулей на базе MCom-02:

- `ddrctl disable <0|1>`

Выключение контроллеров памяти DDR. Команда отключает тактовую частоту для указанного контроллера.

Полный список команд доступен по команде монитора `help`.

6. СБОРКА ЗАГРУЗЧИКА

Результатом сборки исходных кодов загрузчика является образ `u-boot.mcom`, предназначенный для прошивки SPI флеш-памяти модуля или записи на SD-карту. Образ доступен в корневой директории загрузчика после завершения сборки.

Для сборки загрузчика на ПЭВМ должно быть установлено следующее программное обеспечение:

- `arm-linux-gnueabi toolchain` для кросс-компиляции;
- `Device Tree Compiler (DTC)`² (версии не ниже 1.4.1).

Переменные окружения, влияющие на сборку загрузчика:

- `ARCH` — целевая архитектура;
- `CROSS_COMPILE` — префикс кросс-компилятора;
- `DEVICE_TREE` — имя файла DTS (без расширения) для целевого модуля;
- `PATH` — пути для поиска используемых приложений.

Пример сборки загрузчика с конфигурацией `salute_defconfig` для модуля Салют-ЭЛ24Д1 r1.3:

```
export ARCH=arm
export CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabi-
export DEVICE_TREE=mcom02-salute-el24d1-r1.3
make salute_defconfig
make u-boot.mcom
```

² <https://git.kernel.org/cgit/utils/dtc/dtc.git/?h=v1.4.1>

7. ОБРАЗ ЗАГРУЗЧИКА

Образ загрузчика `u-boot.mcom` состоит из образа U-Boot, прикрепленного к образу U-Boot SPL. Образ U-Boot включает DTB для настройки устройств и передачи в Linux.

Образы U-Boot SPL и U-Boot имеют формат `uImage` и создаются приложением `tools/mkimage`, входящим в состав загрузчика.

Для обхода ограничения #867 в заголовке образа U-Boot SPL значению поля `Target Operating System` присваивается значение U-Boot.

Для обхода ограничения #3346 размер образа U-Boot SPL выравнивается до ближайшего четного значения.

Схема разбиения образа `u-boot.mcom` представлена в таблице 7.1.

Таблица 7.1. Схема разбиения образа загрузчика

Область	Смещение (в байтах)	Примечание
Образ U-Boot SPL	0	Размер образа не превышает 61440 байт
Заполнение		Выравнивание начала образа U-Boot на границу сектора флеш-памяти
Образ U-Boot	65536	