

---

# **ЗАГРУЗЧИК U-BOOT ДЛЯ 1892ВМ14Я. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

**Версия v2.0.1-14**

**11.08.2016**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

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

## 1. О ДОКУМЕНТЕ

Данный документ описывает особенности работы загрузчика U-Boot v2016.03.0.1 для следующих модулей на базе СнК 1892ВМ14Я (далее МСom-02):

- Салют-ЭЛ24Д1 r1.3;
- Салют-ЭЛ24Д1 r1.4;
- 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;
- 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.

### 3. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ КОДОВ ЗАГРУЗЧИКА

Исходные коды основаны на U-Boot v2016.03-g563d8d9<sup>1</sup>.

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/sbcsdbg\_defconfig
- Файлы конфигурации для поддерживаемых модулей:
  - include/configs/mcom.h
  - include/configs/sbcsdbg.h

---

<sup>1</sup> <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 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 в память DDR и передает ему управление.

Основные функции U-Boot SPL:

- минимальная начальная настройка аппаратуры (см. функцию `board_init_f()` в файле `arch/arm/cpu/armv7/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;
  - копирование из флеш-памяти 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 с SD-карты, определяется командой загрузки `bootcmd` и задается в конфигурации (см. файл `include/configs/sbcdbg.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;
- `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;
- `load` — загрузка файла из файловой системы;
- `loop` — бесконечный цикл по диапазону адресов;
- `md` — отображение содержимого памяти;
- `meminfo` — отображение информации о памяти;
- `mm` — изменение содержимого памяти с автоматическим увеличением адреса;

- `mms` — функции для работы с подсистемой ММС;
- `mmsinfo` — отображение информации о ММС;
- `mw` — заполнение памяти;
- `pm` — изменение содержимого памяти по постоянному адресу;
- `printenv` — печать переменных 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. 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)`<sup>2</sup> (версии не ниже 1.4.1-gbeef80b8).

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 `sbcdbg_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 sbcdbg_defconfig
make u-boot.mcom
```

<sup>2</sup> <https://git.kernel.org/cgit/linux/kernel/git/jdl/dtc.git>

## 7. ОБРАЗ SPI ФЛЕШ-ПАМЯТИ

Образ SPI флеш-памяти 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.

Схема разбиения образа SPI флеш-памяти представлена в Таблица 7.1.

**Таблица 7.1. Схема разбиения образа SPI флеш-памяти**

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	