

**Комплект средств разработки ПО
(SDK)
версия 4.18
микросхемы интегральной Байкал-Т1,
обозначение ВЕ-Т1000
Краткое руководство**

АО «БАЙКАЛ ЭЛЕКТРОНИКС»

10 июля 2019 г.

Содержание

1	Введение	3
2	Системные требования	3
3	Состав и структура SDK	4
3.1	Состав программных компонентов	4
3.1.1	Средства кросс-компиляции (cross-tools)	4
3.1.2	Ядро ОС Linux 4.4.182 (Linux kernel)	5
3.1.3	Образ корневой файловой системы (InitRD)	5
3.1.4	Средства программной эмуляции (qemu-mipsel)	6
3.2	Структура директорий	7
4	Установка и проверка работоспособности SDK	8
4.1	Установка	8
4.2	Проверка работоспособности системы сборки SDK	8
4.3	Проверка работоспособности эмулятора QEMU для MIPS32el	9
5	Таблицы адресов и прерываний Байкал-Т1	10
6	О компании «Байкал Электроникс»	13

1 Введение

Комплект средств разработки программного обеспечения (далее SDK) для микросхемы интегральной Байкал-Т1, обозначение ВЕ-Т1000 (далее микропроцессор Байкал-Т1) содержит кросс-компилятор языков С и С++, редактор связей, отладчик, утилиты и системные библиотеки, достаточные для разработки системного и прикладного ПО, исполняемого на микропроцессоре Байкал-Т1.

Компьютер, на которой происходит разработка/отладка ПО, является платформой разработчика. SDK устанавливается и исполняется на платформе разработчика с архитектурой x86_64 под управлением ОС Linux. Скомпилированное ПО может исполняться как под эмулятором на платформе разработчика, так и на физической плате с микропроцессором Байкал-Т1.

В состав SDK входит минимальная дистрибуция ОС Linux для целевой платформы с микропроцессором Байкал-Т1 (на основе системной утилиты busybox).

SDK 4.18 поддерживает следующие целевые платформы:

1. QEMU MIPS32el
2. Тестовый комплект ТК-Т1 (БФК-1.6)
3. Тестовый комплект ТК-Т1+ (БФК-1.6+)
4. Оценочная плата ВФК3.1

2 Системные требования

Для установки и корректной работы SDK необходимы:

1. Компьютер с ОС Linux x86_64 (платформа разработчика).
2. Не менее 4 ГБ оперативной памяти
3. Не менее 2 ГБ свободного места на локальном диске.
4. Пакеты `coreutils`, `parted`, `kpartx`, `xz`, `bison`, `flex`, `autotools-dev`, `automake` и `build-essential`.
5. Права суперпользователя.

3 Состав и структура SDK

В составе SDK поставляются средства для компиляции, сборки и отладки программ для платформ с микропроцессором Байкал-Т1. Состав SDK приведен ниже.

3.1 Состав программных компонентов

3.1.1 Средства кросс-компиляции (cross-tools)

Средства кросс-компиляции включают в себя набор уже скомпилированных программ `mipsel-unknown-linux-gnu`. Данный набор программ кросс-компиляции содержит инструментарий сборки приложений для целевой платформы MIPS32el на x86_64 машине:

- automake-1.16.1
- binutils-2.32
- duma-2.5.15
- expat-2.2.6
- gcc-8.3.0
- gdb-8.2.1
- gettext-0.19.8.1
- glibc-2.29
- gmp-6.1.2
- isl-0.20
- libelf-0.8.13
- libiconv-1.15
- linux-headers-4.4.174
- ltrace-0.7.3
- mpc-1.1.0
- mpfr-4.0.2
- ncurses-6.1
- strace-4.26

3.1.2 Ядро ОС Linux 4.4.182 (Linux kernel)

В состав SDK включён образ ядра ОС Linux, собранный для целевой платформы, а также исходный код ядра, код целевой платформы, драйверы для всех реализованных устройств в микропроцессоре Байкал-Т1 и конфигурационные файлы для сборки.

3.1.3 Образ корневой файловой системы (InitRD)

SDK поставляется с образом корневой файловой системы в виде сжатого диска размером 16 МБ для плат, для qemu - 32 МБ. Файловая система включает в себя минимальный набор необходимых утилит и основные библиотеки. SDK также содержит исходный код используемых утилит и библиотек.

Программы:

- busybox-1.28.4
- dropbear-2016.74
- i2ctools-3.1.0
- lmsensors-3.3.4
- ethtool-4.2
- kexec-2.0.14
- pciutils-3.5.1
- spitools-(24.08.2017)

Библиотеки:

- glibc-2.29
- libatomic-1.2.0
- libgcc1-8.3.0
- libgomp-1.0.0

3.1.4 Средства программной эмуляции (qemu-mipsel)

Поставляемый в составе SDK эмулятор QEMU содержит исполняемый файл и исходный код пользовательского образа системы MIPS32el. Пользовательский эмулятор позволяет выполнять приложение, скомпилированное при помощи средств кросс-компиляции в файл формата elf под архитектуру MIPS32el.

- Один процессор, до 6 ядер MIPS32 P5600;
- Периферийные устройства в соответствии с картой памяти микропроцессора Байкал-Т1 (с реализацией в iomem только заявленных устройств);
- Назначенные прерывания CPU для микропроцессора Байкал-Т1 (для реализованных устройств);
- Блок UART (2 шт.);
- Блок таймеров (3 шт.);
- Блок сторожевого таймера (Watchdog Timer, WDT);
- Блок линий общего назначения (GPIO, 32 линии);
- Системный блок управления (PMU);
- Блок обработки ошибок шины APB;
- Блок контроллера AHCI (SATA, до 3 устройств);
- Блок контроллера I2C (2 шт.) с конечными устройствами (EEPROM 24C02, RTC DS1307);
- Блок контроллера SPI (2 шт.) с конечными устройствами (Flash N25Q256a);
- Блок 1GbE MAC (2 шт.).

3.2 Структура директорий

Структура директорий SDK приведена ниже.

- /baikal
 - /bin – бинарные исполняемые файлы (утилиты для сборки и прошивки, эмулятор)
 - /doc – документация
 - /img – создаваемые ROM образы для прошивки, образы ядра, загрузчика и файловых систем
 - /lib – библиотеки для работы с адаптером EJTAG
 - /prebuilts – исходные ROM образы для прошивки, образы ядра и файловых систем
 - /src
 - * /bootrom – исходные коды для сборки прошивки ROM (BIOS)
 - * /dfu-util – исходные коды dfu-utils
 - * /examples – файлы примеров кода
 - * /genext2fs – утилита для создания файловой системы ext2 без прав суперпользователя
 - * /initrd – исходные коды и каркас корневой файловой системы
 - * /kernel – исходные коды ядра ОС Linux
 - * /openocd – исходные коды OpenOCD
 - * /qboot – исходный код начального загрузчика для QEMU
 - * /qemu – исходные коды эмулятора QEMU
 - * /ramfs – исходные коды и каркас initramfs
 - * /u-boot – исходные коды начального загрузчика U-Boot
 - /usr
 - * /eclipse – графическая среда разработки ПО
 - * /oprofile – OProfile инструмент профилирования для Linux
 - * /scripts – вспомогательные скрипты для модификации и запуска образов системы
 - * /share – прочие файлы и страницы помощи
 - * /spdgen – утилита генерации настроек ОЗУ
 - * /x-tools – средства кросс-компиляции.

4 Установка и проверка работоспособности SDK

4.1 Установка

SDK распространяется в виде само-распаковывающегося архива, файла с именем вида `sdk-baikal-mips-4.18.run`. Для его установки на ПК под управлением ОС Linux должен быть установлен архиватор `xz` и необходимо произвести описанные ниже действия.

1. Установить атрибут, разрешающий исполнение файла:

```
$ chmod +x sdk-baikal-mips-4.18.run
```

2. Запустить программу:

```
$ ./sdk-baikal-mips-4.18.run
```

Программа установится в подкаталог `baikal`, который она создаст в текущем каталоге. При отсутствии установить необходимые пакеты `parted`, `kpartx`.

4.2 Проверка работоспособности системы сборки SDK

Для проверки корректности установки SDK необходимо произвести запуск скрипта сборки для любой доступной целевой платформы. Следуя ниже описанным шагам.

1. Перейти в директорию с управляющими скриптами:

```
$ cd baikal/usr/scripts
```

2. Запустить полную сборку для целевой платформы `bfk3`:

```
$ ./build-boot-img.sh bfk3 --all
```

3. Дождаться окончания работы скрипта.

4. Следующий вывод подтверждает успешность работы и корректность установки SDK:

```
INFO: Build process is done
```

```
#### # # #### ##### #### #  
# # # # # # # #  
#### # # # # #### #### ####  
# # # # # # # #  
#### ##### #### ##### ####
```

4.3 Проверка работоспособности эмулятора QEMU для MIPS32el

Для проверки корректности установки QEMU для MIPS32el необходимо произвести запуск эмулятора с поставляемым образом операционной системы и пустым файлом жесткого диска.

1. Перейти в директорию с управляющими скриптами:

```
$ cd baikal/usr/scripts
```

2. Запустить эмулятор с образом операционной системы и жесткого диска по умолчанию:

```
$ ./run-qemu-mipsel.sh -test
```

3. Дождаться загрузки операционной системы Linux. После запуска необходимых сервисов, интерпретатор командной строки выдаст сообщение

```
"Please press Enter to activate this console".
```

4. Нажмите клавишу <Enter>. Из командной строки консоли выполните команду вывода версии ядра:

```
# uname -a
```

5. Проверьте версию ядра, она должна быть не ниже указанной в разделе 3.1.2.

```
Linux baikal--unknown 4.4.182-qemu #2 SMP  
Fri Jun 28 18:32:34 MSK 2019 mips GNU/Linux
```

6. После проверки наберите команду `halt`, и симуляция остановится. Для выхода из эмулятора нажмите сочетание клавиш <CTRL+a> и <x> в окне терминала.

5 Таблицы адресов и прерываний Байкал-Т1

Таблицы адресов и прерываний приведены в соответствующих таблицах ниже.

Таблица 1: Адреса микропроцессор Байкал-Т1

Устройство	Начальный адрес (Hex)	Конечный адрес (Hex)	Размер (DEC)
Low Memory DRAM Block	0x0000 0000	0x07FF FFFF	128 MB
PCI Express mapped area	0x8000 0000	0x1BDB FFFF	317.75 MB
P5600 GIC	0x1BDC 0000	0x1BDD FFFF	128 KB
P5600 CPC	0x1BDE 0000	0x1BDE 7FFF	32 KB
Reserved	0x1BDE 8000	0x1BF7 FFFF	1632 KB
Internal SRAM	0x1BF8 0000	0x1BF8 FFFF	64 KB
Reserved	0x1BF9 0000	0x1BFB FFFF	192 KB
Internal ROM	0x1BFC 0000	0x1BFC FFFF	64 KB
Reserved	0x1BFD 0000	0x1BFF FFFF	192 KB
SPI Flash ROM	0x1C00 0000	0x1CFF FFFF	16 MB
Reserved	0x1D00 0000	0x1F03 FFFF	32.25 MB
Boot Controller	0x1F04 0000	0x1F04 0FFF	4 KB
DMA Cfg & Ch Regs	0x1F04 1000	0x1F04 1FFF	4 KB
DDR Ctrl	0x1F04 2000	0x1F04 2FFF	4 KB
DDR Phy	0x1F04 3000	0x1F04 3FFF	4 KB
GPIO	0x1F04 4000	0x1F04 4FFF	4 KB
Control GPIO	0x1F04 5000	0x1F04 5FFF	4 KB
I2C_1	0x1F04 6000	0x1F04 6FFF	4 KB
I2C_2	0x1F04 7000	0x1F04 7FFF	4 KB
Reserved	0x1F04 8000	0x1F04 8FFF	4 KB
Timer 1-3	0x1F04 9000	0x1F04 9FFF	4 KB

Таблица 1: Адреса микропроцессора Байкал-Т1. Продолжение

Устройство	Начальный адрес (Hex)	Конечный адрес (Hex)	Размер (DEC)
UART0	0x1F04 A000	0x1F04 AFFF	4 KB
UART1	0x1F04 B000	0x1F04 BFFF	4 KB
WDT	0x1F04 C000	0x1F04 CFFF	4 KB
PMU+PMU_I2C_0	0x1F04 D000	0x1F04 DFFF	4 KB
SPI1	0x1F04 E000	0x1F04 EFFF	4 KB
SPI2	0x1F04 F000	0x1F04 FFFF	4 KB
SATA	0x1F05 0000	0x1F05 1FFF	8 KB
PCIe Cfg Regs	0x1F05 2000	0x1F05 2FFF	4 KB
PCIe DMA	0x1F05 3000	0x1F05 3FFF	4 KB
Eth XGMAC	0x1F05 4000	0x1F05 7FFF	16 KB
Reserved	0x1F05 8000	0x1F05 8FFF	4 KB
APB Terminator	0x1F05 9000	0x1F05 9FFF	4 KB
AXI	0x1F05 A000	0x1F05 AFFF	4 KB
Reserved	0x1F05 B000	0x1F05 CFFF	8 KB
Eth XGMAC XPCS	0x1F05 D000	0x1F05 DFFF	4 KB
Eth0 GMAC	0x1F05 E000	0x1F05 FFFF	8 KB
Eth1 GMAC	0x1F06 0000	0x1F06 1FFF	8 KB
Reserved	0x1F06 2000	0x1F0F FFFF	632 KB
USB Ctrl	0x1F10 0000	0x1F1F FFFF	1 MB
Reserved	0x1F20 0000	0x1FBF 7FFF	9.97 MB
P5600 Global Control Block	0x1FBF 8000	0x1FBF 9FFF	8 KB
P5600 Core-Local Block	0x1FBF A000	0x1FBF BFFF	8 KB
P5600 Core-Other Block	0x1FBF C000	0x1FBF DFFF	8 KB
P5600 Debug Block	0x1FBF E000	0x1FBF FFFF	8 KB
Boot Block Area (Mirrored)	0x1FC0 0000	0x1FFF FFFF	4 MB
Hi Memory DRAM Block	0x2000 0000	0xFFFF FFFF	3.5 GB

Таблица 2: Прерывания в микропроцессоре Байкал-Т1

Устройство	Номер прерывания в GIC	Номер аппаратного прерывания
GIC Watchdog	1	0 (локальный)
GIC Timer	2	1 (локальный)
CPU Timer	3	2 (локальный)
Зарезервированы для IPI	7-22	0-15 (разделённый)
Блок обработки ошибок шины APB	23	16 (разделённый)
WDT	24	17 (разделённый)
GPIO	26	19 (разделённый)
Timer 1	31	24 (разделённый)
Timer 2	32	25 (разделённый)
Timer 3	33	26 (разделённый)
I2C 1	40	33 (разделённый)
I2C 2	41	34 (разделённый)
SPI1	47	40 (разделённый)
SPI2	48	41 (разделённый)
UART0	55	48 (разделённый)
UART1	56	49 (разделённый)
SATA	71	64 (разделённый)
ETH0 GMAC	79	73 (разделённый)
ETH1 GMAC 1	80	74 (разделённый)
ETH XGMAC	87	80 (разделённый)
Блок обработки ошибок шины AXI	134	127 (разделённый)

6 О компании «Байкал Электроникс»

Компания «Байкал Электроникс» создана в 2012 году. Мы специализируемся на проектировании интегральных микросхем и систем на кристалле на базе архитектур ARM и MIPS. Наши продукты предназначены для использования в энергоэффективных компьютерных и промышленных системах с разным уровнем производительности и функциональности. Мы оказываем поддержку нашим клиентам-разработчикам, обеспечивая сокращение времени и затрат на создание конечных изделий на базе микропроцессоров семейства «Байкал» в условиях жёсткой конкуренции.

Контакты:

143421, Московская область, Красногорский район, 26-ой км автодороги «Балтия» М-9, бизнес-центр «Riga Land», строение 5, 3-й подъезд, 2-й этаж, офис 201

телефон: +7(495) 221-39-47

<http://www.baikalelectronics.ru>