
ДИСТРИБУТИВ ОС GNU/LINUX НА БАЗЕ BUILDROOT ДЛЯ 1892ВМ14Я. СПИСОК ИЗМЕНЕНИЙ

**Версия v2.4
10.08.2017**

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | О документе | 3 |
| 2 | Изменения в Buildroot v2.4 по сравнению с Buildroot v2.3 | 4 |
| 2.1 | Основные изменения | 4 |
| 2.2 | Ядро Linux | 4 |
| 2.3 | Загрузчик U-Boot | 4 |
| 2.4 | Пакеты Buildroot, скрипты сборки | 5 |
| 2.5 | Документы | 5 |
| 3 | Изменения в Buildroot v2.3 по сравнению с Buildroot v2.2 | 6 |
| 3.1 | Основные изменения | 6 |
| 3.2 | Ядро Linux | 6 |
| 3.3 | Загрузчик U-Boot | 7 |
| 3.4 | Пакеты Buildroot, скрипты сборки | 8 |
| 3.5 | Документы | 8 |
| 4 | Изменения в Buildroot v2.2 по сравнению с Buildroot v2.1 | 9 |
| 4.1 | Основные изменения | 9 |
| 4.2 | Ядро Linux | 9 |
| 4.3 | Загрузчик U-Boot | 10 |
| 4.4 | Пакеты Buildroot, скрипты сборки | 11 |
| 4.5 | Документы | 11 |
| 4.6 | Прочие изменения | 11 |
| 5 | Изменения в Buildroot v2.1 по сравнению с Buildroot v2.0 | 12 |
| 5.1 | Ядро Linux | 12 |
| 5.2 | Загрузчик U-Boot | 13 |
| 5.3 | Buildroot | 13 |
| 5.4 | Документы | 13 |
| 5.5 | Список известных ограничений | 13 |
| 6 | Изменения в Buildroot v2.0 по сравнению с Buildroot v1.3 | 15 |
| 6.1 | Ядро Linux | 15 |
| 6.2 | Загрузчик U-Boot | 16 |
| 6.3 | Утилита flash-spi.py | 17 |
| 6.4 | Buildroot, скрипт build.sh | 17 |
| 6.5 | Varemetal-приложения | 17 |
| 6.6 | Документы | 17 |

1. О ДОКУМЕНТЕ

Документ описывает основные изменения в дистрибутиве операционной системы GNU/Linux на базе Buildroot для микросхемы 1892BM14Я (MCom-02).

2. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.4 ПО СРАВНЕНИЮ С BUILDROOT V2.3

2.1 Основные изменения

1. Добавлена поддержка контроллера USB для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1.
2. Добавлена поддержка контроллера PWM.
3. Добавлена поддержка контроллера RTC для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
4. Добавлена поддержка контроллера Wi-Fi для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
5. Добавлена поддержка инициализации памяти LPDDR2 в U-Boot.

2.2 Ядро Linux

1. Ядро Linux обновлено до версии v4.1.41.2.
2. Изменения в ядре Linux v4.1.41.2 по сравнению с v4.1.39.1:
 1. Upstream-версия Linux обновлена до v4.1.41.
 2. Реализован драйвер контроллера USB *FT313H*, подключенного через NORM-PORT порт, для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1.
 3. Реализован драйвер контроллера PWM *pwm-tcom*. Добавлена документация по формату описания устройств в Device Tree.
 4. Добавлена поддержка управления яркостью подсветки дисплея.
 5. Добавлена поддержка контроллера RTC для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
 6. Добавлена поддержка сенсорного дисплея *FT5206* для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
 7. Драйвер CAN: увеличена длительность ожидания сброса приемопередатчика.
 8. Драйвер *vpoutfb*: исправлена ошибка некорректного чтения временных параметров из Device Tree.

2.3 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2017.07.0.1.
2. Изменения в загрузчике v2017.07.0.1 по сравнению с v2017.01.0.2:
 1. Upstream-версия U-Boot обновлена до v2017.07.
 2. Включен второй контроллер DDR для модуля Салют-ЭЛ24ПМ1. Объем памяти DDR доступный по умолчанию увеличен до 2 Гиб.

3. Добавлено описание контроллера Wi-Fi в Device Tree для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
4. Включен режим PIO для SD/MMC.
5. Добавлена поддержка инициализации памяти LPDDR2.
6. Добавлено описание контроллера USB в Device Tree для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1.
7. Включена сборка U-Boot SPL в режиме THUMB2. Размер образа U-Boot SPL уменьшен на 25%.
8. Добавлено описание контроллера PWM в Device Tree.
9. Добавлено описание контроллера RTC в Device Tree для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
10. Добавлено описание сенсорного дисплея FT5206 в Device Tree для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
11. Исправлены переменные окружения, используемые для загрузки с MMC устройств: выбор контроллера SD/MMC для загрузки Linux определяется переменной `mmcdev`.
12. Установлены рекомендованные значения задержек кэша L2 в Device Tree.

2.4 Пакеты Buildroot, скрипты сборки

1. Добавлены файлы прошивки для контроллера Wi-Fi для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
2. Утилита `flash-spi.py` заменена на пакет `mcom-flash`, состоящий из утилит прошивки SPI флеш-памяти и SD/MMC карты.

2.5 Документы

1. Документ “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892ВМ14Я”:
 - Добавлены тесты USB, Wi-Fi, PWM, RTC для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1 r1.1.
2. Документ “Ядро Linux для 1892ВМ14Я. Руководство системного программиста”:
 - Добавлено описание драйвера PWM.
3. Документ “Дистрибутив ОС GNU/Linux на базе Buildroot для 1892ВМ14Я. Руководство системного программиста”:
 - Обновлен состав архива дистрибутива.
4. Обновлен документ “Инструкция по прошивке SPI флеш памяти отладочных модулей на базе 1892ВМ14Я”.
5. Добавлен документ “Спецификация на драйвер V4L2 VINC блока ISP VPIN/VINC 1892ВМ14Я”.

3. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.3 ПО СРАВНЕНИЮ С BUILDROOT V2.2

3.1 Основные изменения

1. Добавлен исходный код драйвера *avico* блока VPU.
2. Добавлена поддержка модуля Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1 r1.1.
3. Реализован драйвер Ethernet-контроллера GEMAC в U-Boot.
4. Добавлена поддержка переменных окружения в U-Boot.

3.2 Ядро Linux

1. Ядро Linux обновлено до версии v4.1.39.1.
2. Изменения в ядре Linux v4.1.39.1 по сравнению с v4.1.35.2:
 1. Upstream-версия Linux обновлена до v4.1.39.
 2. Драйвер *vpoutfb*:
 1. Реализована поддержка установки временных параметров через вызовы `ioctl()` из пространства пользователя: установка выполняется утилитой `fbset`.
 2. Реализовано чтение временных параметров из DTS для поддержки встраиваемых LCD-модулей.
 3. Добавлена документация по формату описания устройств в DTS.
 3. Добавлен исходный код драйвера *avico* блока VPU. Добавлена документация по формату описания устройств в DTS.
 4. Светодиоды поддерживаемых модулей настроены на индикацию загрузки процессора (heartbeat) и доступа к карте памяти SD/MMC.
 5. Драйвер *arasan-gemac*:
 1. Исправлена ошибка сброса контроллера DMA GEMAC.
 2. Добавлена поддержка Ethernet 1Гб/с.
 3. Добавлен автовыбор скорости сети в зависимости от подключения.
 6. Драйвер *vinc*:
 1. Добавлена проверка границ зон статистики.

3.3 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2017.01.0.2.
2. Изменения в загрузчике v2017.01.0.2 по сравнению с v2016.03.0.6:
 1. Upstream-версия U-Boot обновлена до v2017.01.
 2. Добавлена поддержка модуля Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1 r1.1.
 3. Реализована функция инициализации DDR `mcom_dds_init()`:
 - функция и структуры инициализации DDR не используют BootROM API;
 - функция инициализации исправляет ограничения реализации аналогичных функций BootROM: невозможность установки ODT/ODS и пр.;
 - функция принимает структуры содержащие параметры чипов памяти DDR (ранее функции инициализации принимали значения регистров контроллера и PHY DDRMC). Параметры должны заполняться на базе datasheet чипов памяти и топологии разводки модуля.
 - функция реализует инициализацию DDR3.
 4. Добавлен технологический режим программной калибровки параметров DDR. Режим отключен по умолчанию.
 5. Место хранения переменных окружения перенесено в SPI флеш-память. В конфигурации по умолчанию включены команды по установке и просмотру переменных окружения.
 6. Установлена частота AXI и DDR равная 384 МГц для поддерживаемых модулей.
 7. Реализован драйвер сетевого контроллера GEMAC. Драйвер отключен по умолчанию.
 8. Реализован выбор SDMMC1 в качестве источника загрузки Linux:
 - Реализован драйвер SDHCI, соответствующий модели драйверов U-Boot. Драйвер считывает параметры SDMMC-контроллеров из DTS.
 - Реализован код независимой инициализации контроллеров SDMMC0 и SDMMC1.
 9. Добавлена проверка размера SPL при сборке U-Boot.
 10. Исправлена ошибка некорректного описания аудиокодека в DTS, что приводило к некорректному вычислению времени записи и воспроизведения аудио-файлов.
 11. Уменьшен размер ОЗУ используемый SPL U-Boot: изменено расположение U-Boot в ОЗУ, отключено динамическое выделение памяти на ранних этапах загрузки.
 12. Добавлено управление питанием приёмопередатчика CAN на модулях Салют-ЭЛ24Д1.
 13. Отключен неиспользуемый pre-console буфер.

3.4 Пакеты Buildroot, скрипты сборки

1. Скрипт `build.sh`:
 - Удалены параметры ядра Linux, т.к. параметры устанавливаются в переменных окружения U-Boot.
 - Добавлена сборка образа U-Boot для Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1 r1.1.
2. Добавлен файл `fb.modes` с временными параметрами стандартных видеорежимов.

3.5 Документы

1. Документ “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892ВМ14Я”:
 1. Добавлены тесты для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1 r1.1.
2. Документ “Загрузчик U-Boot для 1892ВМ14Я. Руководство пользователя”:
 1. Добавлена глава с описанием переменных окружения.
 2. Изменено содержимое образа SPI флеш-памяти.
 3. Добавлена карта памяти ОЗУ U-Boot.
 4. Добавлена глава по загрузке Linux по TFTP.
 5. Добавлена глава по включению драйвера Ethernet.
3. Добавлен документ “Ядро Linux для 1892ВМ14Я. Руководство системного программиста” с частичным описанием драйверов, реализованных для поддержки 1892ВМ14Я.

4. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.2 ПО СРАВНЕНИЮ С BUILDROOT V2.1

4.1 Основные изменения

1. В Linux добавлена поддержка ввода/вывода аудио на модулях Салют-ЭЛ24Д1.
2. В драйверах GPU Mali добавлен параметр для задания максимального размера системной памяти, используемой драйвером.
3. В Linux исправлена ошибка в драйвере контроллера NAND при работе с UBI.
4. В U-Boot SPL добавлена поддержка загрузки U-Boot из SD/MMC.
5. В U-Boot добавлена поддержка модулей Салют-ЭЛ24Д1 r1.5.

4.2 Ядро Linux

1. Ядро обновлено до версии v4.1.35.1.
2. Изменения в ядре версии v4.1.35.1 по сравнению с ядром v4.1.27.4:
 1. В ядро включены обновления upstream ядра Linux v4.1.35.
 2. Драйвер V4L2 *vinc* блока VINC/VPIN:
 1. Добавлены контролы сенсоров автоэкспозиции, автоусиления и автобаланса белого.
 2. Добавлен контрол автоэкспозиции.
 3. Добавлен контрол компенсации заднего фона.
 4. Исправлена ошибка чтения статистики.
 5. Исправлена ошибка сброса гамма-кривой при открытии устройства.
 6. Реализован обход проблемы выброса значения при построении гистограмм.
 3. Драйвер сенсоров *ov772x*:
 1. Добавлены контролы экспозиции и автоэкспозиции.
 2. Добавлен контрол автобаланса белого.
 3. Контрол полосового фильтра `BAND_STOP_FILTER` заменён на контрол `POWER_LINE_FREQUENCY`.
 4. Драйвер сенсора *ov2715*:
 1. Добавлены контролы экспозиции и автоэкспозиции.
 2. Добавлен контрол автобаланса белого.
 3. Добавлены контролы вертикального и горизонтального отражения.
 4. Изменён алгоритм установки усиления и автоусиления.

5. Исправлена ошибка повышенной яркости изображения.

5. Драйвер *arasan-nfc*:

1. Исправлена ошибка работы с UBI.
2. Исправлена ошибка некорректного размещения ECC в OOB NAND.

Важно: В связи с изменением, пользовательские данные, записанные в NAND-память с использованием ядер Linux версий v4.1.27.4 и ниже, не могут быть считаны корректно при использовании ядра Linux v4.1.35.1. Для работы с NAND-памятью необходимо переформатировать/перезаписать пользовательские данные в NAND-памяти.

6. Драйвер *vpoutfb*: Добавлен режим *rgb6b6b*.

7. Добавлены драйверы *mfbsp-i2s* и *mfbsp-pcm*.

8. Включена поддержка аудио.

3. Изменения в драйвере *Mali-FB*:

1. Драйвер обновлён до версии *r3p0-04rel0-v2.3*.

2. Добавлен параметр для задания максимального размера системной памяти, используемой драйвером.

4.3 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2016.03.0.6.

2. Изменения в загрузчике v2016.03.0.6 по сравнению с v2016.03.0.5:

1. Добавлен учёт ограничения *rf#3346* BootROM — размер образа U-Boot SPL должен быть кратен 2.

3. Изменения в загрузчике v2016.03.0.5 по сравнению с v2016.03.0.4:

1. DTS: добавлено описание модуля Салют-ЭЛ24Д1 r1.5.

2. Включены команды терминала для управления кэшами, загрузки и запуска исполняемых файлов (*booe1f*, *load**).

3. Добавлена печать модели и ревизии модуля при загрузке.

4. DTS: Удалено нестандартное свойство *revision* корневой ноды. Ревизия модуля добавлена в свойство *model* корневой ноды.

4. Изменения в загрузчике v2016.03.0.4 по сравнению с v2016.03.0.3:

1. DTS: Добавлена поддержка аудиокодека ALC5623.

2. Конфигурация *sbcdbg_defconfig* переименована в *salute_defconfig*.

3. Исправлены ошибки некорректной установки тактовой частоты SPI-контроллера.

4. Включены команды терминала для тестирования подсистемы SPI (*sf*).

5. В U-Boot SPL добавлена поддержка загрузки U-Boot из SD/MMC.

4.4 Пакеты Buildroot, скрипты сборки

1. В `mcom_defconfig` Buildroot включена поддержка ALSA и UBIFS.
2. Добавлены скрипты по конфигурации аудиокарты.
3. Исправлена ошибка *rf#2527*: *Запуск теста VPU fc-avico завершается с ошибкой*.
4. Исправлен порядок загрузки драйверов WiFi.

4.5 Документы

1. Документ “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892BM14Я”:
 1. Добавлена глава по запуску теста аудио на отладочных модулях Салют-ЭЛ24Д1.
 2. Удалён тест с запуском утилиты `mtctest.sh` на чипе NAND-памяти.
 3. Добавлен тест UBIFS с верификацией данных для чипа NAND-памяти.
2. Документ “Загрузчик U-Boot для 1892BM14Я. Руководство пользователя”:
 1. Добавлено описание новых команд терминала.
 2. Изменено название конфигурационного файла.
 3. Добавлено описание режима загрузки с SD/MMC.
3. Документ “Инструкция по прошивке SPI флеш-памяти отладочных модулей на базе 1892BM14Я”:
 1. Добавлено предупреждение о необходимости переключать питание для перезагрузки модуля.

4.6 Прочие изменения

1. Утилита `flash-spi.py`:
 1. Добавлена проверка доступности терминала 1892BM14Я.
 2. Добавлено отключение `retention DDR` перед прошивкой SPI флеш-памяти модуля для обхода аппаратного ограничения *rf#1160*.

5. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.1 ПО СРАВНЕНИЮ С BUILDROOT V2.0

5.1 Ядро Linux

1. Ядро обновлено до версии v4.1.27.4.
2. Изменения в ядре версии v4.1.27.4 по сравнению с ядром v4.1.27.1:
 1. Изменения в V4L2-драйвере *vinc* блока VINC/VPIN:
 1. Добавлены контролы:
 - V4L2_COLORFX_ANTIQUUE;
 - V4L2_COLORFX_AQUA;
 - V4L2_COLORFX_BW;
 - V4L2_COLORFX_NEGATIVE;
 - V4L2_COLORFX_SEPIA;
 - V4L2_COLORFX_VIVID;
 - V4L2_COLORFX_SET_CBCR;
 - V4L2_CID_AUTOBRIGHTNESS.
 2. Добавлен обход проблемы #2159.
 3. Реализована функция автообрезки: если запрашиваемое приложением разрешение меньше разрешения сенсора, то драйвер включает обрезку до требуемого разрешения в блоке VINC/VPIN.
 2. Добавлено отключение сигнала сброса в драйвере CAN *mcp251x*.
 3. Добавлена поддержка CAN.
 4. Включена опция MODVERSIONS в *mcom_defconfig*.
 5. Изменения в драйвере сенсоров *ov772x*:
 1. Добавлены контролы для управления усилением и автоусилением.
3. Изменения в драйвере *Mali-FB*:
 1. Драйвер обновлён до версии *g3p0-04rel0-v2.2*.
 2. Драйвер собирается в опцией MODVERSIONS.
4. Изменения в драйвере *avico* VPU:
 1. Драйвер обновлён до v1.0 (реализован обход проблемы зависания #1382).
 2. Драйвер собирается в опцией MODVERSIONS.

5.2 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2016.03.0.3;
2. Изменения в загрузчике v2016.03.0.3 по сравнению с v2016.03.0.1:
 1. Код остановки CPU1 перенесён в `lowlevel_init()`.
 2. DTS: добавлено описание CAN-контроллера.
 3. Реализована новая функция инициализации контроллера DDR.

5.3 Buildroot

1. В `mcom_defconfig` Buildroot включена поддержка CAN.
2. Добавлены скрипты по конфигурации интерфейса `can0` на отладочных модулях.

5.4 Документы

1. В документе “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892BM14Я” добавлена глава по запуску тестов CAN на отладочных модулях.

5.5 Список известных ограничений

- **rf#2527: Запуск теста VPU `fc-avico` завершается с ошибкой**

В некоторых случаях запуск теста `fc-avico` завершается с ошибкой:

```
Input #0, yuv4mpegpipe, from 'm420.y4m':
Duration: N/A, bitrate[ 672.802811] ov2715 1-0036: reg_read: i2c read error, g8
te: N/A
Stream #0:0: Video: rawvideo (I420 / 0x30323449), yuv420p, 1280x720, 25 fps
m2m-test: Can not open /dev/video0: Remote I/O error
TEST FAILED
```

Критичность ошибки:

Низкая.

Причина ошибки:

Тест открывает устройство `/dev/video0`. Тест завершается с ошибкой в случае инициализации драйвера `vinc` на устройстве `/dev/video0` (из-за неопределённого порядка загрузки драйверов).

Обход ошибки:

Заменить строки скрипта `fc-avico`:

```
m2m-test -d /dev/video0 -v -o encoded.264 m420.y4m | tee avico.log
```

на строку:

```
m2m-test -d $DEVICE -v -o encoded.264 m420.y4m | tee avico.log
```

6. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.0 ПО СРАВНЕНИЮ С BUILDROOT V1.3

6.1 Ядро Linux

1. Ядро обновлено до версии v4.1.27.1
2. Изменения в ядре версии v4.1.27.1 по сравнению с ядром v4.1.0.2:
 1. Выполнено слияние с ядром v4.1.27.
 2. Удалены DTS-файлы поддерживаемых модулей (перемещены в U-Boot).
 3. Изменения в V4L2-драйвере *vinc* блока VINC/VPIN :
 1. Добавлена поддержка параллельного порта.
 2. Добавлены контролы:
 - V4L2_CID_BRIGHTNESS;
 - V4L2_CID_CONTRAST;
 - V4L2_CID_SATURATION;
 - V4L2_CID_HUE;
 - V4L2_CID_COLOR_KILLER;
 - V4L2_CID_RED_BALANCE;
 - V4L2_CID_BLUE_BALANCE;
 - V4L2_CID_WHITE_BALANCE_TEMPERATURE;
 - V4L2_CID_AUTO_WHITE_BALANCE.
 3. Добавлена поддержка одновременной работы нескольких камер в подсистеме soc-camera.
 4. Добавлена поддержка одновременной работы двух сенсоров.
 5. Добавлена поддержка задания активного уровня сигнала сброса на сенсор.
 4. Изменения в драйвере сенсоров *ov772x*:
 1. Добавлена поддержка DTS.
 2. Теперь используется шина I2C вместо SMBus.
 3. Добавлен повтор трансфера I2C при ошибке на шине.
 4. Исправлен AWB в режиме Байера.
 5. Включена поддержка *ov772x*.
 5. Изменения в драйвере сенсоров *ov2715*:
 1. Добавлены контролы усиления и автоусиления.
 6. Изменения в драйвере framebuffer VPOUT *vpoutfb*:

1. Исправлен размер буфера DMA.
 2. Добавлен spinlock на регистры.
 3. Исправлены названия поддерживаемых режимов.
 4. Добавлено описание *vprofb* bindings в документации ядра Linux.
 5. Драйвер *vprofb* собирается как модуль.
3. Изменения в драйвере *Mali* (*mali.ko*, *ump.ko*):
1. Версия обновлена до r3p0-04rel0-v2.0.
 2. Добавлена функция для экспортирования SecureID (требуется для *vprofb*).

6.2 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2016.03.0.1;
2. Изменения в загрузчике версии v2016.03.0.1 по сравнению с версией распространяемой в Buildroot v1.3:
 1. В *Kconfig* добавлена опция для включения сторожевого таймера при загрузке.
 2. Выполнено слияние с U-Boot версии v2016.03-g563d8d9.
 3. Выключены неиспользуемые в мониторе команды.
 4. Добавлена поддержка драйвера SPI флеш-памяти.
 5. Добавлена поддержка драйвера GPIO.
 6. Добавлена поддержка драйвера контроллера SPI.
 7. Изменено устройство с которого грузится загрузчик с SD на SPI.
 8. Исправлена ошибка с некорректной остановкой ядра CPU1 при загрузке U-Boot.
 9. Исправлена ошибка с некорректным ожиданием захвата PLL (см также *Varemetal-приложения*).
10. В *Makefile* устанавливается свойство ОС равное 'U-Boot' для обхода ограничения #867.
11. В *Makefile* добавлена цель *u-boot.mcom* для сборки образа прошивки SPI флеш-памяти.
12. Добавлены DTS SnK и поддерживаемых модулей.
13. Уменьшена задержка L2 кэша SnK в DTS.
14. Добавлена установка параметров DDR-памяти не устанавливаемых в *Bootrom* для обхода ограничения #1969.
15. Добавлено отключение DDR retention для обхода ограничения #1160.
16. В DTS исправлен активный уровень пина CS микросхемы SPI флеш-памяти.
17. Выполнен рефакторинг кода инициализации структур параметров памяти DDR.

6.3 Утилита `flash-spi.py`

1. Скрипт обновлён до версии 2.0 — добавлена поддержка прошивки SPI флеш-памяти модулей бинарными файлами.

6.4 Buildroot, скрипт `build.sh`

1. При создании файла `u-boot.env` добавляется переменная “`modprobe.blacklist=vrouafb`” для отключения загрузки модуля `vrouafb` при загрузке Linux.
2. При сборке генерируется образ прошивки U-Boot для SPI флеш-памяти для заданного отладочного модуля.
3. U-Boot образ не записывается на SD-карту.
4. В Buildroot добавлен пакет `v4l2tofb`.

6.5 Varemetal-приложения

1. Исправлена ошибка с некорректным ожиданием захвата PLL в тестах `baremetal`.
2. Удалён загрузчик `baremetal-src/sd-bootload`, т.к. загрузку с SD-карты выполняет U-Boot.

6.6 Документы

1. Изменения по документу “Дистрибутив ОС GNU/Linux на базе Buildroot. Руководство системного программиста”:
 1. Специфицирована рекомендуемая архитектура ПЭВМ для сборки Buildroot.
 2. Требования к ОС ПЭВМ обновлены до CentOS 7.2.
 3. Добавлены главы по сборке и прошивке SPI флеш-памяти.
 4. Добавлена глава по включению модуля ядра `vrouafb` при загрузке Linux.
2. Обновлён документ “Инструкция по прошивке SPI флеш-памяти отладочных модулей на базе 1892BM14Я” с использованием утилиты `flash-spi.py` v2.0.
3. Выпущен документ “Загрузчик U-Boot для 1892BM14Я. Руководство пользователя”.
4. Выпущен документ “Инструкция по миграции с Buildroot v1.3 на Buildroot v2.0”.