

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

**Версия v2.9
11.10.2018**

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	О документе	4
2	Изменения в Buildroot v2.9	5
2.1	Основные изменения	5
2.2	Ядро Linux	5
2.3	Загрузчик U-Boot	6
2.4	Система сборки Buildroot, скрипты сборки дистрибутива	7
2.5	Документы	7
3	Изменения в Buildroot v2.8	9
3.1	Основные изменения	9
3.2	Ядро Linux	9
3.3	Загрузчик U-Boot	10
3.4	Пакеты Buildroot, скрипты сборки	11
3.5	Документы	11
3.6	Прочее	12
4	Изменения в Buildroot v2.7	13
4.1	Основные изменения	13
4.2	Ядро Linux	13
4.3	Загрузчик U-Boot	13
4.4	Пакеты Buildroot, скрипты сборки	13
4.5	Документы	14
4.6	Прочее	14
5	Изменения в Buildroot v2.6	15
5.1	Основные изменения	15
5.2	Ядро Linux	15
5.3	Загрузчик U-Boot	15
5.4	Документы	16
5.5	Прочее	16
6	Изменения в Buildroot v2.5	17
6.1	Основные изменения	17
6.2	Ядро Linux	17
6.3	Загрузчик U-Boot	17
6.4	Пакеты Buildroot, скрипты сборки	18
6.5	Документы	18
7	Изменения в Buildroot v2.4	19
7.1	Основные изменения	19
7.2	Ядро Linux	19
7.3	Загрузчик U-Boot	19

7.4	Пакеты Buildroot, скрипты сборки	20
7.5	Документы	20
8	Изменения в Buildroot v2.3	21
8.1	Основные изменения	21
8.2	Ядро Linux	21
8.3	Загрузчик U-Boot	21
8.4	Пакеты Buildroot, скрипты сборки	22
8.5	Документы	23
9	Изменения в Buildroot v2.2	24
9.1	Основные изменения	24
9.2	Ядро Linux	24
9.3	Загрузчик U-Boot	25
9.4	Пакеты Buildroot, скрипты сборки	26
9.5	Документы	26
9.6	Прочие изменения	26
10	Изменения в Buildroot v2.1	27
10.1	Ядро Linux	27
10.2	Загрузчик U-Boot	28
10.3	Buildroot	28
10.4	Документы	28
10.5	Список известных ограничений	28
11	Изменения в Buildroot v2.0	30
11.1	Ядро Linux	30
11.2	Загрузчик U-Boot	31
11.3	Утилита flash-spi.py	32
11.4	Buildroot, скрипт build.sh	32
11.5	Varemetal-приложения	32
11.6	Документы	32

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 V2.9

2.1 Основные изменения

1. Система сборки Buildroot обновлена до версии 2018.02.3.
2. Добавлена реализация OpenVX, оптимизированная для DSP 1892BM14Я.
3. Добавлена базовая поддержка режима сна (System Suspend).
4. В U-Boot добавлен драйвер контроллера NAND и поддержка загрузки Linux с NAND-накопителя.
5. В U-Boot добавлена поддержка встроенного в СнК USB в режимах Host и Device.
6. В U-Boot добавлена поддержка загрузки Linux с USB-накопителя.
7. В драйвере *mfbsp-i2s* исправлена ошибка записи #MCOM02SW-724, возникающая сразу после воспроизведения аудио на модулях Салют-ЭЛ24Д1.
8. Добавлена поддержка сборки дистрибутива в контейнере Docker.
9. Источник исходных кодов ядра Linux заменён с директории `linux` на [GitHub-репозиторий](#)¹. Директория `linux` удалена.
10. Объявление дополнительных переменных окружения перенесено из файла `u-boot.env` в секцию переменных окружения в U-Boot. Файл `u-boot.env` удален.

2.2 Ядро Linux

Ядро Linux обновлено до версии v4.4.111.8. Изменения в ядре Linux по сравнению с v4.4.111.3:

1. Подсистема управления энергопотреблением:
 - Добавлена базовая поддержка режима сна (System Suspend). Поддерживаются состояния сна:
 - Suspend-To-Idle (`s2idle`, `freeze`);
 - Power-On Suspend (`shallow`, `standby`).
 - В драйвер *msp7940x* добавлена поддержка использования RTC в качестве источника события для выхода из режима сна.
2. Исправлены предупреждения при компиляции драйверов *vputfb*, *arasan_nfc*, *vinc*.
3. В драйвере *mfbsp-i2s* исправлена ошибка записи #MCOM02SW-724, возникающая сразу после воспроизведения аудио на модулях Салют-ЭЛ24Д1.
4. Добавлена поддержка SPI NOR-памяти *mr25h40*.
5. Включена поддержка I2C EEPROM.

¹ <https://github.com/elvees/linux/tree/mcom02-4.4.y>

6. Исправлена ошибка таймаута при чтении больших блоков данных из SPI-флеш памяти.
7. Включена поддержка DebugFS. Подсистема может использоваться для просмотра установленных частот СнК.
8. Включена поддержка ftrace.
9. Драйвер *dw-apb-gpio*:
 - Добавлена поддержка использования GPIO в качестве источника события для выхода из режима сна.
 - Добавлена поддержка DTS-опции “skip-gpios”. Опция полезна, если требуется не настраивать отдельные GPIO при загрузке Linux (например, если GPIO используется для управления питанием DDR).

2.3 Загрузчик U-Boot

Загрузчик обновлён до v2017.07.0.14. Изменения в загрузчике по сравнению с v2017.07.0.7:

1. Файл конфигурации *salute_defconfig* модулей Салют-ЭЛ24Д1 и Салют-ЭЛ24Д2 разделён на независимые файлы конфигураций *saluted1_defconfig* и *saluted2_defconfig*.
2. Частота работы DDR на модулях Салют-ЭЛ24Д2 увеличена до 504 МГц.
3. Добавлен драйвер контроллера NAND.
4. Добавлена поддержка встроенного в СнК USB в режимах Host и Device.
5. Добавлена поддержка загрузки Linux с USB-накопителя.
6. Добавлена поддержка загрузки Linux с NAND-накопителя.
7. Добавлена печать частоты DDR в случае успешной инициализации.
8. Добавлена опция конфигурации для печати ODT, ODS параметров DDR.
9. Добавлена поддержка DTS-опции “skip-gpios”. Опция используется для указания драйверу *dw-apb-gpio* не настраивать отдельные GPIO при загрузке U-Boot.
10. Дополнительные параметры ядра перенесены из файла *u-boot.env* в секцию переменных окружения в U-Boot.
11. HDMI установлен в качестве DRM-коннектора по умолчанию в Linux для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/ПМ2.
12. Изменения в Device Tree:
 - Исправлена ошибка описания VINC #MCOM02SW-740, приводящая к отсутствию приема видео с видеомодуля LINK OV2715 Rev 1.0 на модулях Салют-ЭЛ24Д1, Салют-ЭЛ24Д2.
 - Описания LCD и HDMI добавлены в общий DTS-файл для Салют-ЭЛ24ОМ1.
 - В описание внешнего RTC на модулях Салют-ЭЛ24ОМ1 добавлено свойство, позволяющее использовать прерывание RTC в качестве источника события для выхода из режима сна.

- В описание SD/MMC контроллера добавлено свойство, позволяющее сохранять питания SD-карты в режиме сна.

2.4 Система сборки Buildroot, скрипты сборки дистрибутива

1. Система сборки Buildroot обновлена до версии 2018.02.3.
2. Включена сборка пакетов: *bash*, *schedutils*, *ncurses*, *sysstat*.
3. Включена сборка Host-пакета *CMake*.
4. Утилита *m2m-test* обновлена до версии 1.5:
 - Добавлена поддержка версии *FFmpeg*, входящего в состав обновлённого Buildroot.
5. Добавлена реализация OpenVX, оптимизированная для DSP 1892BM14Я. Реализация состоит из пакетов:
 - *openvx* — библиотека, реализующая стандарт OpenVX;
 - *openvx-demo* — набор демонстрационных примеров;
 - *openvx-headers* — заголовочные файлы OpenVX.
6. Добавлены рецепты для сборки пакетов: *CImg*, *dmatestcontig*.
7. Добавлены опции оптимизации для сборки утилиты *coremark*.
8. Добавлена поддержка сборки дистрибутива в контейнере Docker:
 - *Dockerfile*;
 - *Makefile* для сборки Docker-образа и Buildroot в Docker-контейнере.
9. Пакет утилит для прошивки СнК *mcom-flash* переименован в *mcom02-flash*.
10. В корневую файловую систему дистрибутива добавлен файл */etc/os-release*, содержащий информацию о версии дистрибутива.
11. Источник исходных кодов ядра Linux заменён с директории *linux* на [GitHub-репозиторий](https://github.com/elvees/linux/tree/mcom02-4.4.y)². Директория *linux* удалена. В Buildroot удалена опция [BR2_LINUX_KERNEL_CUSTOM_LOCAL](https://git.buildroot.net/buildroot/commit/?id=e782cd5b1bc231dda527d5d0a04e6a338669b92c)³.
12. Объявление дополнительных переменных окружения перенесено из файла *u-boot.env* в секцию переменных окружения в U-Boot. Файл *u-boot.env* удален.

2.5 Документы

1. Добавлен документ “ELVEES OpenVX SDK для 1892BM14Я. Руководство пользователя” с описанием реализации OpenVX.
2. Документ “Загрузчик U-Boot для 1892BM14Я. Руководство пользователя”:
 - Уточнены инструкции и требования к сборке U-Boot.
 - Добавлены инструкции для загрузки Linux с USB-накопителя.

² <https://github.com/elvees/linux/tree/mcom02-4.4.y>

³ <https://git.buildroot.net/buildroot/commit/?id=e782cd5b1bc231dda527d5d0a04e6a338669b92c>

- Добавлены инструкции для загрузки Linux с NAND-накопителя.
3. Документ “Дистрибутив ОС GNU/Linux на базе Buildroot для 1892BM14Я. Руководство системного программиста”:
 - Добавлены инструкции по запуску сборки дистрибутива в Docker-контейнере.
 4. Документ “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892BM14Я”:
 - Исправлено описание теста LCD.
 - Добавлен тест RS-485 для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/ПМ2.
 - Добавлен тест входа/выхода из режима сна по событию от RTC для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/ПМ2.
 - Увеличен порог скорости в тесте USB для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ2.
 - Добавлен тест SDMA. Тест реализован на базе пакета Buildroot *dmatestcontig*.
 5. Документ “Ядро Linux для 1892BM14Я. Руководство системного программиста”:
 - Добавлено описание поддерживаемых режимов сна.
 - Добавлено описание подсистемы UART в режиме RS-485.
 - Добавлена инструкция по входу и выходу из режима сна по событию от внешнего RTC.
 6. Документ “Спецификация на драйвер V4L2 *vinc* блока ISP VPIN/VINC 1892BM14Я”:
 - Удалено описание неподдерживаемых драйвером форматов пикселей.
 - Удалено описание неподдерживаемых драйвером *ioctl*.
 - Дополнено описание поддерживаемых драйвером *ioctl*.
 7. Документ “Инструкция по прошивке SPI флеш-памяти модулей на базе 1892BM14Я”:
 - Добавлены ссылка на репозиторий *mcom02-flash-tools* и инструкция по установке пакета из репозитория.

3. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.8

3.1 Основные изменения

1. Upstream-версия ядра Linux обновлена до v4.4.111.
2. Добавлена поддержка включения/выключения CPU1 из пространства пользователя (механизм CPU hotplug).
3. Исправлена ошибка с зависанием Linux при записи звука через интерфейс MFBSP-I2S без предварительного проигрывания.
4. Исправлена ошибка с зависанием Linux при одновременной записи и проигрывании звука через интерфейс MFBSP-I2S.
5. Для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/Салют-ЭЛ24ПМ2 добавлена поддержка интерфейсов:
 - Bluetooth;
 - HDMI-аудио;
 - RS-485;
 - видеомодулей RPi Camera (B) на базе OV5647, подключаемых по интерфейсу CSI2;
 - видеомодулей TechToys OV2643 2MPixel на базе OV2643, подключаемых по 10-битному параллельному интерфейсу.

3.2 Ядро Linux

1. Ядро Linux обновлено до версии v4.4.111.3.
2. Изменения в ядре Linux v4.4.111.3 по сравнению с v4.1.43.2:
 1. Upstream-версия Linux обновлена до v4.4.111.
 2. Реализовано включение домена питания CPU1 при загрузке Linux. Домен питания CPU1 выключается при загрузке U-Boot начиная с U-Boot v2017.07.0.6.
 3. Добавлена поддержка включения/выключения CPU1 из пространства пользователя (механизм CPU hotplug).
 4. Драйвер *mcom02-sdhci*:
 - Добавлен драйвер для контроллера SD/MMC *mcom02-sdhci*. Драйвер реализован на основе драйвера *arasan-sdhci*, который использовался для контроллеров SD/MMC ранее.
 - В драйвер добавлена установка задержек между тактовым сигналом и данными на SD/eMMC карту для поддержки HS режимов.
 5. Включена поддержка NFSv2 и NFSv3.
 6. Драйвер *mfbps-i2s*:

- Исправлена ошибка с зависанием Linux при записи звука через интерфейс MFBSP-I2S без предварительного проигрывания.
 - Исправлена ошибка с зависанием Linux при одновременной записи и проигрывании звука через интерфейс MFBSP-I2S.
7. Добавлена поддержка Bluetooth для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/Салют-ЭЛ24ПМ2.
 8. Добавлена поддержка HDMI-аудио для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/Салют-ЭЛ24ПМ2:
 - Добавлена поддержка контроллера DesignWare I2S. Поддерживается только режим PIO.
 - Включена поддержка управляемого генератора Si514.
 - Добавлена поддержка HDMI аудио-кодека.
 - Добавлена поддержка HDMI-аудио в драйвер HDMI-передатчика *tda998x*.
 9. Добавлена поддержка RS-485 для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/Салют-ЭЛ24ПМ2.
 10. Драйвер *vinc*:
 - Добавлена поддержка одновременного подключения до четырех видеосенсоров. При подключении четырех видеосенсоров захват видео может производиться с любых двух видеосенсоров одновременно.
 - Добавлена поддержка входного формата YCbCr.
 - Добавлена поддержка видеосенсора OV5647.
 - Добавлена поддержка видеосенсора OV2643.

3.3 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2017.07.0.7.
2. Изменения в загрузчике v2017.07.0.7 по сравнению с v2017.07.0.5:
 1. Останов CPU1 в цикле ожидания заменен на выключение домена питания CPU1.
 2. Добавлены команды для автоматической загрузки и исполнения ELF-файлов из SPI при загрузке U-Boot.
 3. Исправлена ошибка компиляции U-Boot при включении сторожевого таймера.
 4. Исправлена ошибка с некорректным расчетом пиксельной частоты в драйвере *vout-drm*. Ошибка проявлялась в неработоспособности некоторых мониторах при подключении к модулю Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/Салют-ЭЛ24ПМ2. Ошибка исправлена установкой корректной частоты CPLL (504 МГц) в Device Tree для модулей Салют-ЭЛ24ПМ1/Салют-ЭЛ24ПМ2.
 5. Мультиплексор для выбора интерфейса CS11/DSI переведен в режиме CSI. Это позволяет подключать до двух видеомодулей с интерфейсом CSI к модулю Салют-ЭЛ24ОМ1.

6. Изменения в Device Tree:

- Добавлено описание контроллеров SMCTR, PMCTR.
- Включен UART1 для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
- Добавлено описание светодиода USERLED для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
- Добавлено описание контроллера Bluetooth для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
- Добавлено описание видеосенсора OV5647 для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
- Добавлено описание управляемого генератора Si514 для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
- Добавлено описание контроллера DesignWare I2S для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
- Добавлено описание HDMI-аудиокарты для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
- Добавлено описание видеосенсора OV2643 для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.

3.4 Пакеты Buildroot, скрипты сборки

1. Включен пакет *iperf3*.
2. Режим 1920x1080-30 больше не поддерживается драйвером *voutfb*. Соответствующая запись удалена из файла */etc/fb.modes*.
3. Версия пакета *pyserial* обновлена до версии 3.4.
4. Включен пакет *BlueZ5* для работы с Bluetooth.
5. Исправлен скрипт инициализации Wi-Fi */etc/init.d/S30Wifi* в связи с переходом на драйвер *mscom02-sdhci*.

3.5 Документы

1. Изменены префиксы названий некоторых документов с “salute-el24d1” на “mscom02”.
2. Документ “Загрузчик U-Boot для 1892ВМ14Я. Руководство пользователя”:
 - Добавлено описание опции автоматической загрузки ELF-файла из SPI при загрузке U-Boot.
 - Добавлена инструкция по включению домена питания CPU1.
3. Документ “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892ВМ14Я”:
 - Добавлен тест Wi-Fi для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
 - Добавлен тест VINC.
 - Добавлен тест Bluetooth для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.

- Добавлен тест HDMI-аудио для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1.
4. Документ “Ядро Linux для 1892ВМ14Я. Руководство системного программиста”:
 - Добавлено описание реализованного механизма CPU hotplug.
 5. Документ “Спецификация на драйвер V4L2 *vinc* блока ISP VPIN/VINC 1892ВМ14Я”:
 - Добавлено описание реализованных контролов в драйвере видеосенсора OV5647.
 - Добавлено описание реализованных контролов в драйвере видеосенсора OV2643.
 - Добавлено описание опций Device Tree “*elvees,ifacenum*” и “*elvees,ppport-low-bits*”.
 - Добавлено описание изменений коэффициентов векторов и матриц для блока СТ.
 6. Документ “Инструкция по захвату видео с последовательного сенсора на модулях на базе микросхемы 1892ВМ14Я”:
 - Для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1/Салют-ЭЛ24ПМ2 добавлена инструкция по захвату видео с видеомодуля RPi Camera (B) на базе OV5647.

3.6 Прочее

1. Утилита *v4l2tofb*:
 - Добавлена настройка разрешения фреймбуфера. Фреймбуфер настраивается на разрешение, при котором происходит захват видео с сенсора.
 - Изменено значение опции “*-i*”. Вместо указания номера устройства указывается номер входного интерфейса, с которого необходимо производить захват видео.
2. Модифицировано baremetal-приложение *sample-cpu01*: реализовано включение домена питания CPU1.

4. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.7

4.1 Основные изменения

1. Добавлена поддержка модулей Салют-ЭЛ24ПМ2 r1.0.
2. Исправлен баг с зависанием при загрузке U-Boot v2017.07.0.4 на модулях Салют-ЭЛ24Д1/Салют-ЭЛ24Д2.
3. Добавлен исходный код модулей ядра Linux для драйвера Mali.

4.2 Ядро Linux

1. Ядро Linux обновлено до версии v4.1.43.2.
2. Изменения в ядре Linux v4.1.43.2 по сравнению с v4.1.43.1:
 1. Добавлена настройка PLL в драйвере кодека ALC5623. Настройка PLL позволяет устанавливать частоту дискретизации в значение не кратное входной частоте кодека (например 22050 кГц, 44100 кГц).
 2. В драйвер контроллера BCM43430 SDIO Wi-Fi *brcmfmac* добавлена поддержка загрузки прошивки версии A0. Прошивка версии A0 требуется для работоспособности Wi-Fi на модулях Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.2.

4.3 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2017.07.0.5.
2. Изменения в загрузчике v2017.07.0.5 по сравнению с v2017.07.0.4:
 1. Добавлена поддержка модулей Салют-ЭЛ24ПМ2 r1.0.
 2. Добавлено описание LCD в Device Tree для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.1/r1.2.
 3. Исправлен баг с зависанием при загрузке U-Boot v2017.07.0.4 на модулях Салют-ЭЛ24Д1/Салют-ЭЛ24Д2.
 4. Калибровка DDR:
 1. Добавлена возможность калибровки параметров DQS-gating.
 2. Добавлена возможность стресс-тестирования двух контроллеров DDR одновременно.

4.4 Пакеты Buildroot, скрипты сборки

1. Добавлен исходный код модулей ядра Linux для драйвера Mali. Рецепт сборки `mcom-mali-driver` модифицирован для сборки модулей из исходных кодов.

2. Добавлены файлы прошивки версии A0 для контроллера BCM43430 SDIO Wi-Fi.
3. Модифицирован скрипт сборки `build.sh`: dtb-файлы с описанием LCD копируются при сборке в раздел BOOT образа SD-карты.

4.5 Документы

1. Документ “Дистрибутив ОС GNU/Linux на базе Buildroot для 1892BM14Я. Руководство системного программиста”:
 - Добавлено описание настройки ОС для вывода изображения на LCD для модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.1/r1.2.
2. Документ “Загрузчик U-Boot для 1892BM14Я. Руководство пользователя”:
 - Добавлена инструкция по передаче управления CPU0, CPU1 из U-Boot в baremetal-приложение.
 - Добавлена информация о включенных кэшах CPU0, CPU1 в U-Boot.
3. Документ “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892BM14Я”:
 - Добавлено описание тестов LCD, PWM, CPUfreq.
4. Документ “Ядро Linux для 1892BM14Я. Руководство системного программиста”:
 - Добавлено описание драйвера `cpufreq-dt`.

4.6 Прочее

1. Добавлено baremetal-приложение `sample-cpu01`. Приложение предназначено для демонстрации передачи управления CPU0, CPU1 из U-Boot в baremetal-приложение.

5. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.6

5.1 Основные изменения

1. Повышена частота DDR3 до 504 МГц для модулей Салют-ЭЛ24ПМ1.
2. Исправлена ошибка установки некорректных таймингов памяти DDR3 для модулей Салют-ЭЛ24ПМ1, Салют-ЭЛ24Д1, Салют-ЭЛ24Д2.
3. Добавлена поддержка драйвера *cpufreq-dt*. Возможно управление частотой CPU штатными средствами драйвера.

5.2 Ядро Linux

1. Ядро Linux обновлено до версии v4.1.43.1.
2. Изменения в ядре Linux v4.1.43.1 по сравнению с v4.1.41.3:
 1. Добавлена поддержка *cpufreq-dt*:
 - в качестве источника тактовых сигналов используется таймер DesignWare, глобальный таймер подсистемы ARM отключен;
 - включен драйвер *cpufreq-dt*;
 - добавлены режимы governors, режим по умолчанию — on-demand.
 2. Исправлены ошибки драйвера VPOUT *vpout-drm*:
 - отключен черезстрочный режим;
 - исправлена полярность сигналов HSYNC, VSYNC приводящая к смещению изображения и появлению лишней строки.

5.3 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2017.07.0.4.
2. Изменения в загрузчике v2017.07.0.4 по сравнению с v2017.07.0.3:
 1. Установлена частота DDR равной 504 МГц для модулей Салют-ЭЛ24ПМ1.
 2. Исправлена ошибка ложно положительного результата завершения калибровки.
 3. Отключена терминация ODT для DDR.
 4. Исправлена ошибка установки таймингов памяти DDR3 и регистра DFITMG1 DDR PHY.
 5. Исправлена ошибка компиляции при включении опции сторожевого таймера.
 6. Добавлено описание таймеров DesignWare на APB.

5.4 Документы

1. Документ “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892ВМ14Я”:
 - Уточнено описание тестов аудио и RTC.

5.5 Прочее

1. Обновлён пакет `tools/uboot-test-iterator`:
 - Добавлена опция `--ddr`;
 - Исправлено маскирование пинов в тесте `test-mfbsp-gpio`;
 - Добавлена поддержка выбора режима сообщений;
 - Отключен тест MF BSP для Салют-ЭЛ24Д2.

6. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.5

6.1 Основные изменения

1. Реализован DRM-драйвер контроллера VPOUT *vpout-drm*.
2. Добавлена поддержка модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.2 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1 r1.2.
3. Добавлена процедура включения питания DDR в U-Boot SPL для модулей Салют-ЭЛ24ПМ1.
4. Устранены ошибки компиляции при сборке драйвера *arasan-gemac* в U-Boot (ограничение #MCOM02SW-372).

6.2 Ядро Linux

1. Ядро Linux обновлено до версии v4.1.41.3.
2. Изменения в ядре Linux v4.1.41.3 по сравнению с v4.1.41.2:
 1. Реализован DRM-драйвер контроллера VPOUT *vpout-drm*. Драйвер используется совместно с драйвером контроллера HDMI *tda998x* для вывода изображений на модулях Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1.
 2. Драйвер *arasan-gemac*: добавлена поддержка выполнения следующих операций из пространства пользователя с использованием утилиты *ethtool*:
 - установка скорости (10/100/1000 МБит/с);
 - установка дуплекса (full/half);
 - установка уровня сообщений драйвера;
 - перезапуск автосогласования;
 - проверка физического подключения.
 3. Драйвер *vinc*:
 1. Добавлена поддержка вывода тактовой пиксельной частоты через PCLK.
 2. Изменены названия контролов.

6.3 Загрузчик U-Boot

1. Загрузчик обновлён до v2017.07.0.3.
2. Изменения в загрузчике v2017.07.0.3 по сравнению с v2017.07.0.1:
 1. Устранены ошибки компиляции при сборке драйвера *arasan-gemac* (ограничение #MCOM02SW-372).

2. Включена сборка драйвера *arasan-gemac*. Включены команды для загрузки Linux по TFTP.
3. Исправлена установка параметра *tWR* при инициализации DDR3 памяти. Это добавляет возможность инициализировать DDR3 на ранее недоступных частотах (100 - 300 МГц).
4. Добавлено описание контроллера VPOUT в Device Tree для модуля Салют-ЭЛ24ПМ1. Описание используется для драйвера *vpout-drm*.
5. Добавлено описание контроллера HDMI в Device Tree для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1.
6. Включено динамическое выделение памяти в U-Boot SPL.
7. Добавлена поддержка I2C0 в U-Boot и в U-Boot SPL для модулей Салют-ЭЛ24ПМ1.
8. Добавлена процедура включения питания DDR в U-Boot SPL для модулей Салют-ЭЛ24ПМ1.
9. Добавлена поддержка модулей Салют-ЭЛ24ОМ1 r1.2 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1 r1.2.

6.4 Пакеты Buildroot, скрипты сборки

1. Добавлена утилита *ethtool* для изменения параметров драйвера *arasan-gemac* из пространства пользователя.
2. Добавлен набор библиотек для поддержки DRM в пространстве пользователя.

6.5 Документы

1. Документ “Инструкция по запуску тестов на отладочных модулях на базе 1892ВМ14Я”:
 - Добавлены тесты GPU, VPU для модуля Салют-ЭЛ24ОМ1 с установленным Салют-ЭЛ24ПМ1.
2. Документ “Ядро Linux для 1892ВМ14Я. Руководство системного программиста”:
 - Добавлено описание драйвера *vpout-drm*.
 - Добавлено описание драйвера *arasan-gemac*.
3. Обновлен документ “Драйверы Linux для GPU 1892ВМ14Я. Руководство пользователя”.
4. Документ “Загрузчик U-Boot для 1892ВМ14Я. Руководство пользователя”:
 - Удалена инструкция по включению в конфигурации U-Boot сборки драйвера *arasan-gemac* и команд для загрузки Linux по TFTP так как драйвер и команды собираются по умолчанию.

7. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.4

7.1 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.

7.2 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 *vrouafb*: исправлена ошибка некорректного чтения временных параметров из Device Tree.

7.3 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.

7.4 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.

7.5 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”.

8. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.3

8.1 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.

8.2 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.

8.3 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_ddr_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.

8.4 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.

8.5 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.

9. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.2

9.1 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.

9.2 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 *rgb666*.
 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.

9.3 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 *gf#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.

9.4 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.

9.5 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.

9.6 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*.

10. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.1

10.1 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_ANTIQUA;
 - 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 r3p0-04rel0-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.

10.2 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.

10.3 Buildroot

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

10.4 Документы

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

10.5 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
```

11. ИЗМЕНЕНИЯ В BUILDROOT V2.0

Список изменений по сравнению с Buildroot v1.3.

11.1 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 *vputfb*:

1. Исправлен размер буфера DMA.
 2. Добавлен spinlock на регистры.
 3. Исправлены названия поддерживаемых режимов.
 4. Добавлено описание *voutfb* bindings в документации ядра Linux.
 5. Драйвер *voutfb* 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 *voutfb*).

11.2 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.

11.3 Утилита `flash-spi.py`

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

11.4 Buildroot, скрипт `build.sh`

1. При создании файла `u-boot.env` добавляется переменная “`modprobe.blacklist=vroutfb`” для отключения загрузки модуля `vroutfb` 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`.

11.5 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.

11.6 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 `vroutfb` 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”.