

**МОДУЛЬ ОТЛАДОЧНЫЙ  
САЛЮТ-ЭЛ24Д2  
РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	3
2. Основные технические характеристики .....	4
3. Расположение элементов на модуле .....	6
4. Назначение разъемов на модуле .....	10
5. Светодиодная индикация .....	12
6. Питание отладочного модуля .....	12
7. Память на отладочном модуле.....	14
8. Тактирование .....	15
9. Запуск Linux на отладочном модуле .....	16
10. Работа с отладочным модулем без ОС .....	17
11. Дополнительная документация.....	17
12. Схемотехнические недоработки в модуле ревизии 1.1 .....	18
13. История изменений .....	20
12.1    26 ноября 2015 г. ....	20
12.2    28 февраля 2017 г. ....	20
12.3    02 мая 2017 г. ....	20
12.4    30 мая 2017 г. ....	20
12.5    06 июня 2017 г. ....	20
12.6    10 августа 2017 г. ....	20

## **1. ВВЕДЕНИЕ**

Модуль отладочный Салют-ЭЛ24Д2 реализован на основе микросхемы интегральной 1892ВМ14Я и предназначен для ознакомления с возможностями процессора, отладки программ и макетирования пользовательских систем.

## 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 1. Процессор 1892BM14Я:

- 2х-ядерный CPU Cortex-A9, до 912МГц;
- 2х-ядерный DSP ELcore-30M, до 720МГц;
- видеокодек VELcore-01:

Full HD (1920x1080) стерео поток с частотой следования не менее 30 кадров/с, обеспечение функций H.264 CBP Encode and Decode и JPEG (MJPEG) Baseline Encode;

- графический процессор Mali-300,250 млн. пикселей/с.

### 2. DDR3, 32 бит, 1 ГБ, максимальная частота работы – 384 МГц.

### 3. Энергонезависимая память:

- NAND Flash x 8 бит@ 100МГц, 4 ГБ;
- microSD card, 10 МБ/с, 32 ГБ.

### 4. Беспроводные интерфейсы:

- WiFi (IEEE 802.11);
- Bluetooth (IEEE 802.15.1);
- ZigBee (IEEE 802.15.4).

### 5. Высокоскоростные интерфейсы:

- 4 порта USB 2.0 Host;
- Ethernet 10/100.

### 6. Видео вход:

- MIPI CSI2 4 lanes, 1.5 Гбит/с, I2C;

### 7. Видео выход:

- HDMI 1.3a Tx.

### 8. Прочие интерфейсы:

- UART;
- RS485;
- I2C;
- I2S;
- SPI;
- CAN ISO 11898.

9. Поддерживаемые режимы загрузки:

- SD;
- SPI;
- UART;
- NAND.

### 3. РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ НА МОДУЛЕ

Расположение элементов на модуле показано на рисунках 3.1, 3.2. Внешний вид модуля и его интерфейсы приведены на рисунке 3.3. Структурная схема отладочного модуля приведена на рисунке 3.4.

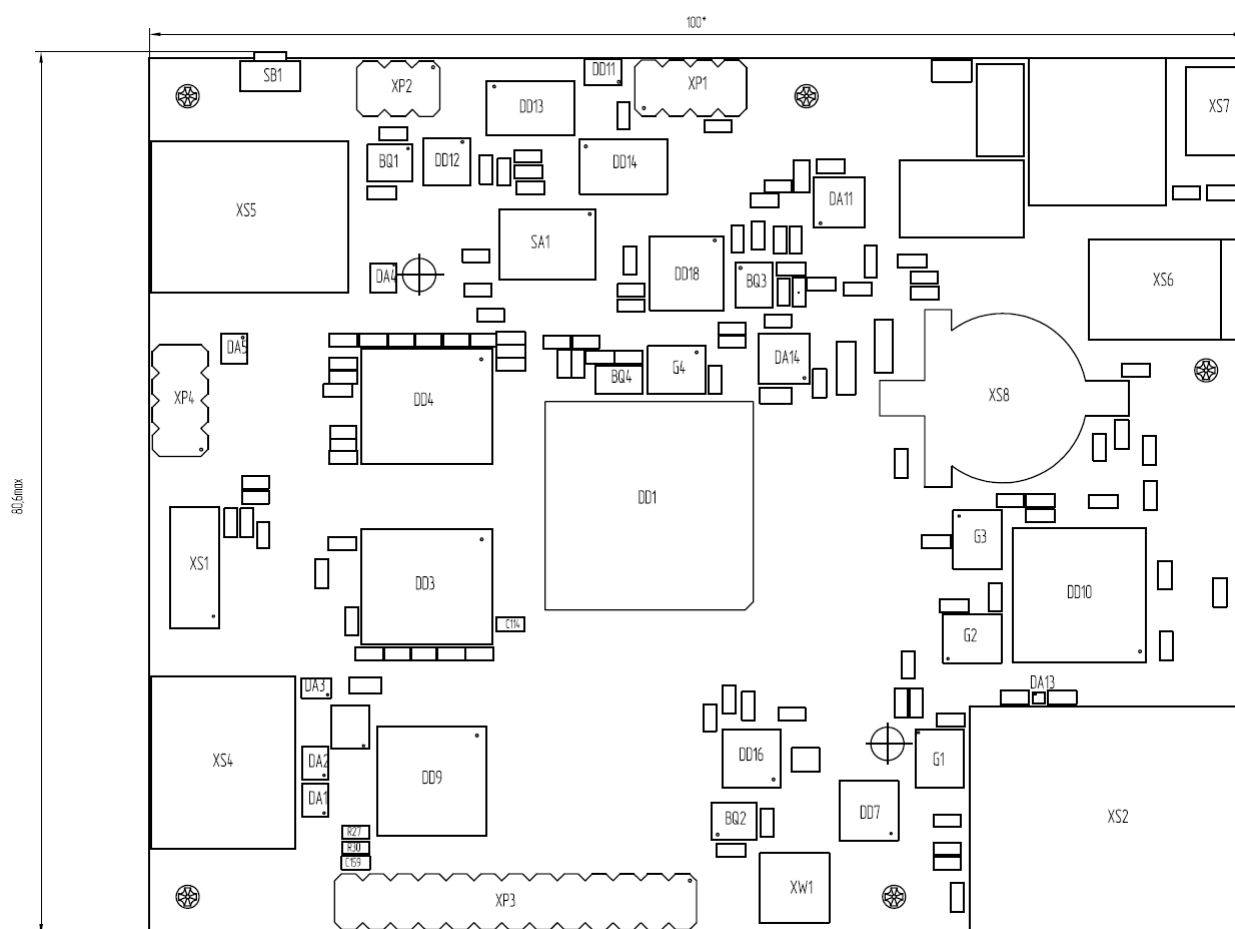
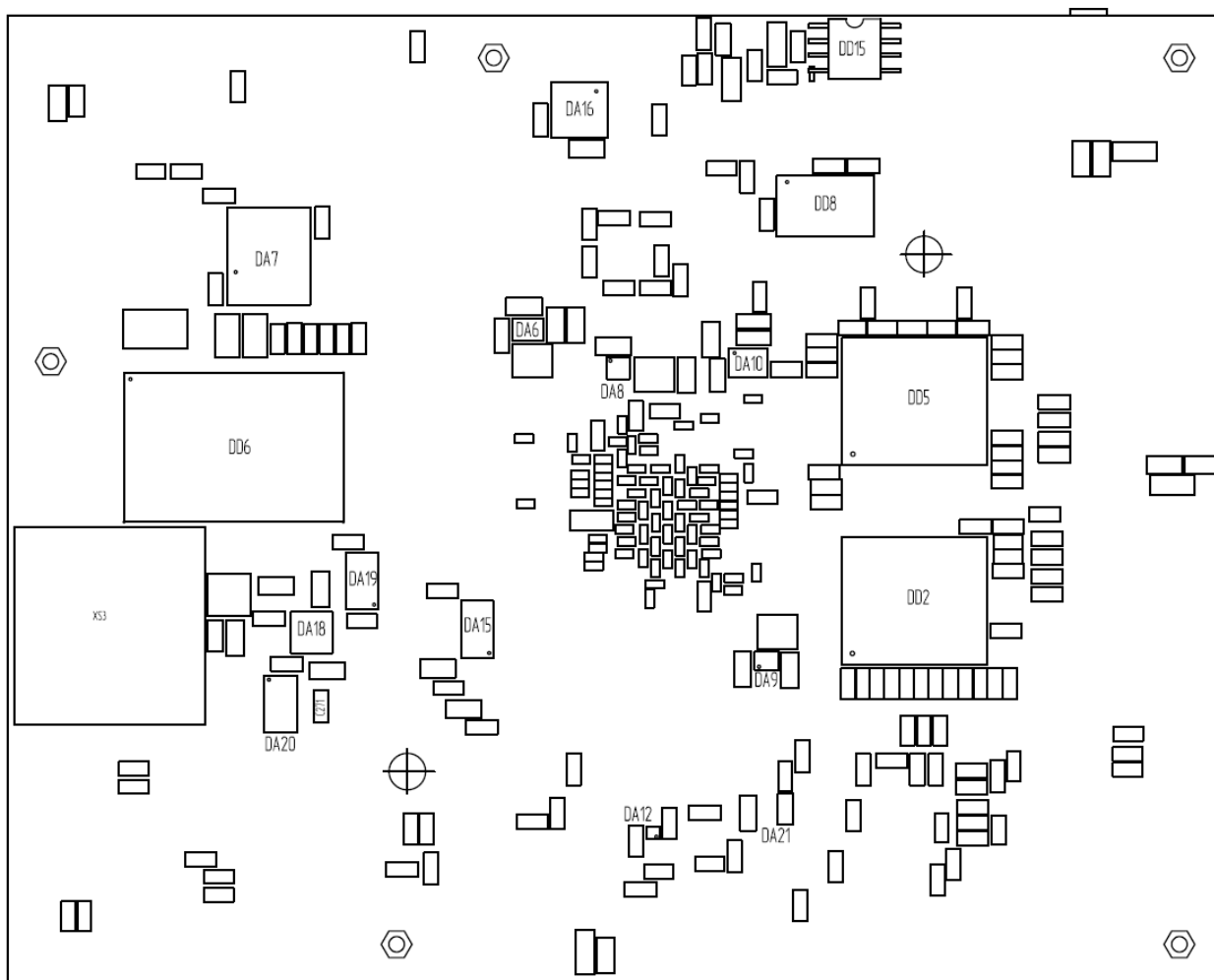


Рисунок 3.1. Расположение элементов на отладочном модуле. Лицевая сторона



**Рисунок 3.2. Расположение элементов на отладочном модуле. Обратная сторона**

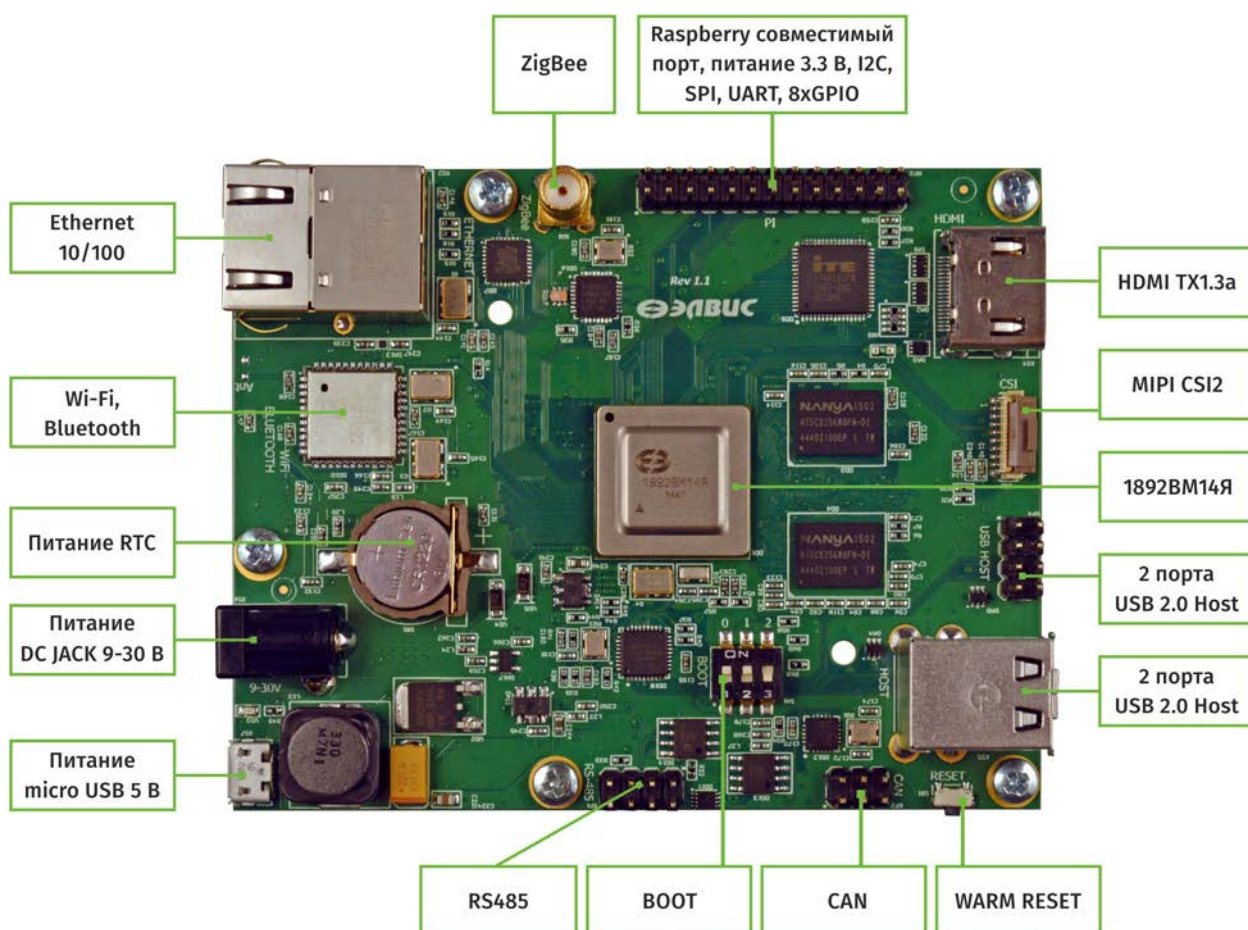


Рисунок 3.3. Внешний вид модуля и его интерфейсы



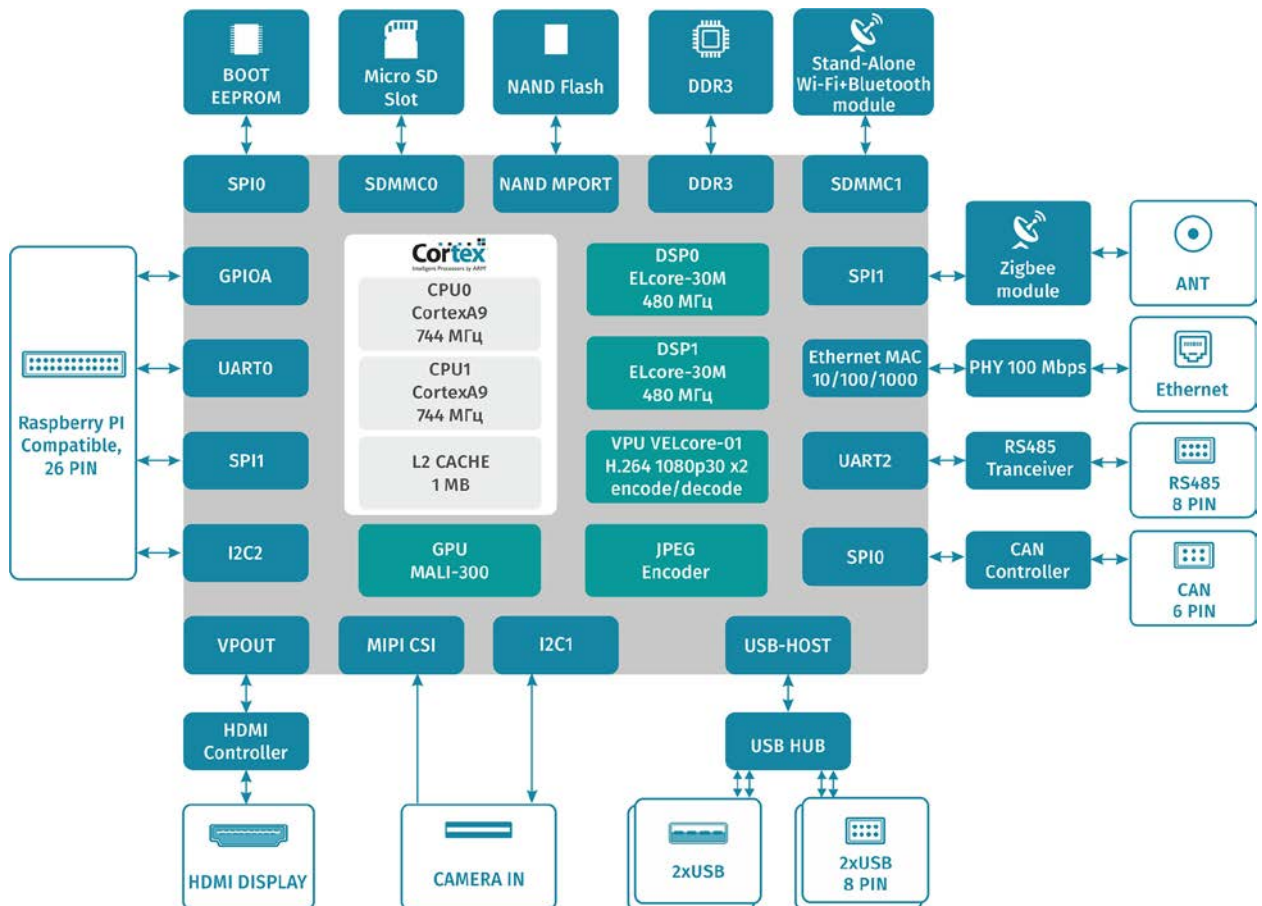


Рисунок 3.4. Структурная схема отладочного модуля

## 4. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗЪЕМОВ НА МОДУЛЕ

Назначение разъемов указано в таблице 4.1.

**Таблица 4.1. Назначение разъемов на отладочном модуле Салют-ЭЛ24Д2**

Разъем	Назначение
XP1	RS485 (порт UART2 микросхемы 1892BM14Я)
XP2	Интерфейс шины CAN
XP3	Raspberry Pi-совместимый разъем
XP4	USB Host. Назначение выводов приведено в таблице 3.6.
XS1	Интерфейс MIPI CSI для подключения камеры.
XS2	Ethernet 10/100. Назначение выводов стандартное
XS3	Разъем для подключения карты microSD. Назначение выводов стандартное.
XS4	HDMI. Назначение выводов стандартное.
XS5	USB Host. Назначение выводов стандартное.
XS6	Разъем питания +12В
XS7	Разъем microUSB. Выведен как альтернативный разъем питания – сигнальные линии USB на плате никуда не подключены.
XS8	Разъем питания
XW1	Разъем ZigBee.

В данной ревизии отладочного модуля не предусмотрен разъем для WiFi/Bluetooth-антенны. При необходимости она может быть подпаяна к контактным площадкам на модуле, обозначенным надписью «Ant» рядом с разъемом Ethernet.

**Таблица 4.2. Назначение выводов разъема XP1 (RS-485)**

Номер вывода	Назначение
1	485_TX_N
2,4,6,8	GND
3	485_TX_P
5	485_RX_P
7	485_RX_N

**Таблица 4.3. Назначение выводов разъема XP2 (CAN)**

Номер вывода	Назначение
1	CAN_L
2	CAN_H
3, 4,5,6	GND

**Таблица 4.4. Назначение выводов разъема XP3 (Raspberry Pi-совместимый). На разъеме выведены порты I2C2, SPI1, UART0, GPIOA микросхемы 1892BM14Я**

Номер вывода	Назначение	Номер вывода	Назначение
1	3.3 В	14	GND
2	5 В	15	GPIOA3*
3	I2C2_SDA	16	GPIOA5*
4	5 В	17	3.3 В
5	I2C2_SCL	18	GPIOA6*
6	GND	19	SPI1_MOSI
7	GPIOA0*	20	GND
8	UART0_TX	21	SPI1_MISO
9	GND	22	GPIOA7*
10	UART0_RX	23	SPI1_SCK
11	GPIOA1*	24	SPI1_NSS0
12	GPIOA4*	25	GND
13	GPIOA2*	26	SPI1_NSS1

\* Обозначение вывода на разъеме XP3 не соответствует одноименному выводу микросхемы 1892BM14Я. Соответствие выводов GPIO разъема XP3 и микросхемы 1892BM14Я представлено в таблице 4.5.

**Таблица 4.5 Соответствие выводов GPIO разъема XP3 выводам микросхемы 1892BM14Я**

Обозначение вывода на разъеме XP3	Обозначение вывода микросхемы 1892BM14Я
GPIOA0	GPIOC3
GPIOA1	GPIOC5
GPIOA2	GPIOC7
GPIOA3	GPIOC9
GPIOA4	GPIOC2
GPIOA5	GPIOC4
GPIOA6	GPIOC6
GPIOA7	GPIOC8

**Таблица 4.6. Назначение выводов разъема XS1 (CSI)**

Номер вывода	Назначение	Номер вывода	Назначение
1	+3,3В	11	CSI_RST
2	CSI_D0_N	12	CSI_CAM_CLK
3	CSI_D0_P	13	I2S_CSI_SCL
4	+3,3В	14	I2S_CSI_SCA
5	CSI_D1_N	15	+3,3В
6	CSI_D1_P	16	GND
7	+3,3В	17	GND
8	CSI_CLK_N	18	GND
9	CSI_CLK_P	19	GND
10	+3,3В		

**Таблица 4.7**

Номер вывода	Назначение	Номер вывода	Назначение
1	Vcc5_USB2	5	USB4_N
2	Vcc5_USB2	6	USB4_N
3	USB4_P	7	GND
4	USB4_P	8	GND

## 5. СВЕТОДИОДНАЯ ИНДИКАЦИЯ

Назначение светодиодов на модуле показано в таблице 5.1.

**Таблица 5.1. Назначение светодиодов на отладочном модуле**

Светодиод	Назначение
VD3	Индикатор наличия напряжения 5 В на плате (из которого формируются остальные напряжения)

## 6. ПИТАНИЕ ОТЛАДОЧНОГО МОДУЛЯ

В комплекте с модулем поставляется источник питания, предназначенный для подключения к разъему XS6. Источник питания должен обеспечивать постоянное напряжение 9-30 В и ток не менее 1 А.

В случае питания от источника 9-30В, DA7 (LM5005MH) формирует напряжение 5 В, из которого формируются напряжения питания всех устройств на модуле и напряжения питания всех доменов микросхемы 1892BM14Я.

Также модуль может быть запитан через кабель microUSB (разъем XS7) – в этом случае источник питания DA7 не участвует в формировании напряжения 5 В, и внешний источник должен обеспечивать рабочий ток не менее 1.5 А.

Из напряжения питания 5 В на модуле формируются следующие напряжения:

**Таблица 6.1.**

Запитываемая часть модуля	Номинал напряжения	Примечание
Ядро микросхемы 1892BM14Я	1.1 В	Формируется микросхемой DA6 (FAN53555UC04XCT-ND)
Периферийные драйверы микросхемы 1892BM14Я (PST_CPU)	3.3 В	Формируется микросхемой DA14 (XC6222B331PR-G)
Модуль WiFi/Bluetooth, NAND Flash	3.3 В	Формируется микросхемой DA15 (XC6222B331PR-G)
SPI EEPROM, HDMI (3.3 В), RF-часть навигационного модуля	3.3 В	Формируется микросхемой DA12 (BU33SA4WGWL-E2)
USB-хаб	3.3 В	Формируется микросхемой DA11 (XC6222B331PR)
Приемопередатчики RS485, CAN	3.3 В	Общее напряжение формируется микросхемой DA16 (XC6222B331PR-G SOT), далее через отдельные LC-фильтры подается на приемопередатчики RS485, CAN.
ZigBee	3.3 В	Формируется микросхемой DA15 (XC6222B331PR-G SOT), на ZigBee подается через LC-фильтр
RF-часть навигационного модуля, разъем CSI	3.3 В	3.3 В формируется микросхемой DA12 (BU33SA4WGWL-E2), и через отдельные LC-фильтры подается на RF-часть навигационного модуля и разъем CSI
Ethernet PHY	3.3 В	Формируется микросхемой DA13 (BU33SA4WGWL-E2)
HDMI (1.2 В)	1.2 В	Формируется микросхемой DA21 (NCP584HSN12T1G)
SD-карта	1.8 В, 3.3 В	Напряжение 1.8 В формируется микросхемой DA20 (XC6222B181PR-G), напряжение 3.3 В – микросхемой DA25 (XC6222B331PR-G). Выбор используемого напряжения осуществляется с помощью мультиплексора питания DA18 (TPS2115ADRB), управляемого выводом SDMMC0_18EN микросхемы 1892BM14Я
DDR3_0	1.5 В	Напряжение питания контроллера DDRMC0 в микросхеме 1892BM14Я формируется микросхемой DA8 (LM3691TL-1.5/NOPB). Напряжение питания микросхем DDR3, подключенных к DDRMC0, формируется микросхемой DA9 (LM3691TL-1.5/NOPB). Референсное напряжение VREF формируется микросхемой DA10 (TPS51206DSQR)
RTC	1.2 В	Формируется микросхемой DA17 (NCP584HSN12T1G) либо из напряжения PST_CPU, либо из напряжения, получаемого с батарейки, установленной на модуле

## 7. ПАМЯТЬ НА ОТЛАДОЧНОМ МОДУЛЕ

На отладочном модуле установлен 1 Гбайт DDR3 SDRAM, эта память подключена к контроллеру DDRMC0.

Максимальная частота работы памяти DDR на модуле – 384 МГц.

К порту NANDMPORT подключено 4 Гбайт NAND Flash MT29F32G08AFACAWP-ITZ. Данная микросхема имеет структуру 2-die common IO. Порт NANDMPORT микросхемы 1892BM14Я не поддерживает работу с NAND Flash 2-die common IO (допустимые конфигурации подключения NAND Flash приведены в руководстве пользователя на микросхему), вследствие чего использование одновременно двух NAND\_CSN для данного типа памяти невозможно. На отладочном модуле задействован только NAND\_CSN0, поэтому работа возможна только с 2 Гбайт данной памяти.

К порту SPI0 подключена SPI-флэш объемом 4 Мбайт. При поставке в SPI-флэш прошита программа, осуществляющая загрузку с SD-карты.

Режим загрузки процессора выбирается с помощью блока переключателей SA1, подписанного на плате «BOOT». Режимы загрузки указаны в таблице 7.1.

**Таблица 7.1. Режимы загрузки процессора 1892BM14Я на отладочном модуле Салют-ЭЛ24Д2**

BOOT[2]	BOOT[1]	BOOT[0]	Режим загрузки
0	0	0	NOR Flash/EEPROM, подключенная к порту NORMPORT (на данном модуле отсутствует)
0	0	1	NAND Flash, подключенная к порту NANDMPORT (по умолчанию на данном модуле программа туда не записана)
0	1	0	Порт UART0
0	1	1	SPI Flash, подключенная к порту SPI0 (по умолчанию на модуле в нее прошит загрузчик с SD-карты)
1	0	0	SD-карта, подключенная к порту SDMMC0 (поддерживаются не все типы SD-карт)
1	0	1	зарезервировано
1	1	0	
1	1	1	

## 8. ТАКТИРОВАНИЕ

Источники тактовой частоты на отладочном модуле указаны в таблице 8.1.

**Таблица 8.1. Тактовые частоты на отладочном модуле**

Тактируемый узел	Тактовая частота	Источник тактовой частоты
Процессор 1892BM14Я (вход ХТИ_24М)	24 МГц	Генератор G4
Блок RTC процессора 1892BM14Я (выводы ХТИ_32К, ХТО_32К)	32768 Гц	Резонатор BQ4
Ethernet PHY (DD7)	25 МГц	Генератор G1
Модуль WiFi/Bluetooth (DD10)	26 МГц, 32 КГц	Генераторы G2, G3
Приемопередатчик CAN (DD12)	16 МГц	Резонатор BQ1
Приемопередатчик ZigBee (DD16)	16 МГц	Резонатор BQ2
USB-хаб (DD18)	24 МГц	Резонатор BQ3

## 9. ЗАПУСК LINUX НА ОТЛАДЧНОМ МОДУЛЕ

Для процессора 1892BM14Я и данного отладочного модуля портирована и поддерживается операционная система Linux (ядро 4.1). Собранный образ ядра записан на карте microSD, подставляемой в комплекте с модулем. Для загрузки с SD-карты необходимо выставить переключатели BOOT в положение «011».

Исходные коды ядра предоставляются в виде архива, доступного по ссылке ниже (поддиректория «linux»). Там же доступен собранный образ для записи на карту microSD.

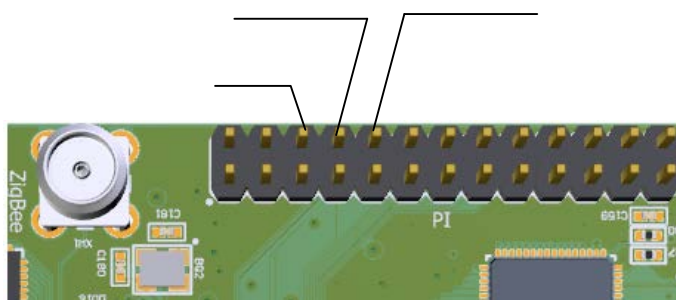
<ftp://ftp-1892VM-ro:8GBPC99ttX@ftp.elvees.com/>

Консоль Linux по умолчанию выводится на интерфейс UART0 микросхемы 1892BM14Я.

Интерфейс UART0 микросхемы 1892BM14Я выведен на разъем XP3 (Raspberry Pi-совместимый) отладочного модуля. Схема подключения преобразователя USB-UART к разъему XP3 представлена в таблице 9.1.

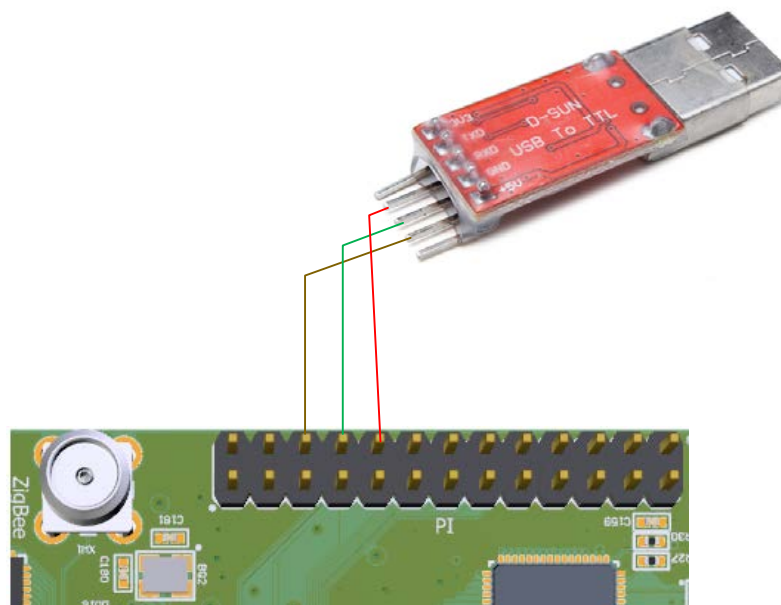
**Таблица 9.1. Схема подключения преобразователя USB-UART**

Разъем XP3 отладочного модуля		Преобразователь USB - UART
Номер вывода	Назначение	Обозначение вывода
6	GND	GND
8	UART0_TX	RXD
10	UART0_RX	TXD



**Рисунок 9.1. Расположение выводов UART0 на разъеме XP3**





**Рисунок 9.2. Иллюстрация подключения UART0 к преобразователю USB-UART**

## 10. РАБОТА С ОТЛАДОЧНЫМ МОДУЛЕМ БЕЗ ОС

Для сборки программ, не использующих операционную систему, в составе сред разработки MCStudio 3M и MCStudio 4 предоставляются инструменты для CPU-ядер (Cortex-A9) и DSP-ядер (ELcore-30M). Также данные инструменты могут быть предоставлены отдельно, собранные под Linux или Windows, по запросу в службу технической поддержки.

## 11. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

На диске, поставляемом в комплекте с модулем, а также на сайте <http://multicore.ru/> доступны следующие документы:

- руководство пользователя на микросхему 1892BM14Я;
- описание архитектуры и системы команд DSP-кластера DELcore-30M;
- инструкция по сборке и запуску ОС Linux;
- инструкция по запуске тестов функционального контроля;
- принципиальная электрическая схема отладочного модуля Салют-ЭЛ24Д2 (PDF);
- топология отладочного модуля Салют-ЭЛ24Д2 (PDF);
- схемный элемент микросхемы 1892BM14Я и посадочное место на плату (Altium Designer);
- IBIS-модель микросхемы 1892BM14Я.

## 12. СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ НЕДОРАБОТКИ В МОДУЛЕ РЕВИЗИИ 1.1

- На микросхему 1892ВМ14Я не подведено питание 1.8 В на контроллер SDMMC0: На плате через мультиплексор для выбора 3.3 В или 1.8 В, выход мультиплексора подаётся на питание SD-разъёма карты.  
Работа с SD-картой на модуле возможна только с напряжением 3.3 В;
- прерывание от передатчика ZigBee (DD16) заведено на порт GPIOB, с которого не генерируется прерывание на CPU. Прерывание от передатчика должно быть заведено на порт GPIOA, на котором есть поддержка генерации прерывания;
- сигнал прерывания микросхемы HDMI (DD9) заведен на порт GPIOC микросхемы 1892ВМ14Я (A18), на котором нет поддержки прерывания. Прерывание от передатчика HDMI должно быть заведено на порт GPIOA, на котором есть поддержка генерации прерывания;
- некорректно выбран режим работы USB-хаба (DD18) – он определяется как Low-speed-устройство. Необходимо выводы CFG\_SEL0, CFG\_SEL1, NON\_REM0, NON\_REM1 микросхемы USB-хаба притянуть к земле. **Скорректировано на модуле с помощью навесного монтажа;**
- вывод SDMMC1\_DET\_N (Card Detect) контроллера SDMMC1 на микросхеме 1892ВМ14Я не подключен. В результате, контроллер считает, что к нему ничего не подключено и не работает с подключенным модулем WiFi AP6210. Этот вывод должен быть подключен к нулю. **Может быть скорректировано программно;**
- вывод CAN\_INT микросхемы DD12 подключен к выводу GPIOB6 микросхемы 1892ВМ14Я. Однако сформировать прерывание по сигналу на этом выводе процессор 1892ВМ14Я не может. Поэтому желательно вывод CAN\_INT заводить на выводы порта GPIOA микросхемы 1892ВМ14Я (по сигналу на них прерывание может быть сформировано). **На поставляемом модуле с помощью навесного монтажа – сигнал CAN\_INT подключен к выводу GPIOA26;**
- некорректно выбран порядок подачи питающих напряжений DDR3, вследствие чего может наблюдаться повышенный ток потребления по цепям DDR3 до момента программной инициализации контроллера. Чтобы избежать данного эффекта, необходимо обеспечить программное управление источниками питания DDR3 и включать их только после инициализации контроллера DDR3 в микросхеме 1892ВМ14Я;
- некорректно реализовано подключение питания батарейки – при выключенном отладочном модуле разряд батарейки происходит в течение 1-2 недель. Схема корректного подключения батарейки в настоящее время находится в разработке;

- не согласовано соединение контроллера шины CAN с приёмопередатчиком CAN. Контроллер использует уровни логики 3.3 В, а приёмопередатчик – 5 В. **Скорректировано на модуле установкой в разрыв цепи CAN\_RX токоограничительного резистора на 470 Ом с помощью навесного монтажа;**
- назначение выводов разъёма XP2 (CAN) отличается от общепринятого, см. таблицу 3.2.
- на блок I<sup>2</sup>S микросхемы 1892BM14Я не подается тактовая частота, вследствие чего передача аудио через HDMI-контроллер на модуле невозможна;
- выводы SIGRES0-SIGRES3 подключены к земле. Поскольку данные выводы являются выходами, их допускается оставить неподключенными. Все входы SIGRES имеют внутреннюю подтяжку;
- питание SD-карты изменяется в зависимости от питания контроллера. Питание SD-карты должно быть постоянным (3.3 В). **Скорректировано на модуле с помощью навесного монтажа.**
- вывод ND\_DQS микросхемы 1892BM14Я заведен на вывод WP# микросхемы памяти NAND Flash, вследствие чего уровень сигнала на WP# может быть непредсказуемым. **Скорректировано на модуле с помощью навесного монтажа;**

## 13. ИСТОРИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

### 12.1 26 ноября 2015 г.

- Дополнен раздел с информацией о схемотехнических недоработках:
  - порядок подачи питающих напряжений DDR3;
  - подключение линий CAN;
  - подключение батарейного питания.

### 12.2 28 февраля 2017 г.

- Раздел 8. Добавлено описание подключения преобразователя USB-UART;

### 12.3 02 мая 2017 г.

- Добавлен раздел 2 «Основные технические характеристики»;
- Раздел 7. Указана максимальная частота работы DDR на модуле.

### 12.4 30 мая 2017 г.

- Раздел 7 дополнен в части доступного пользователю объема NAND Flash.

### 12.5 06 июня 2017 г.

- Раздел 13:
  - добавлена информация о отсутствии частоты на блоке I<sup>2</sup>S микросхемы 1892BM14Я;
  - добавлена информация о некорректном подключении выводов SIGRES0-SIGRES3;
  - добавлена информация о некорректном питании SD-карты;
  - добавлена информация о некорректном подключении NAND Flash.

### 12.6 10 августа 2017 г.

- Раздел 4. Добавлена таблица соответствия выводов GPIO разъема XP3 выводам микросхемы 1892BM14Я;