

## **ИНСТРУКЦИЯ ПО ЗАПУСКУ ТЕСТОВ НА МОДУЛЕ САЛЮТ-ЭЛ24Д1**

## Оглавление

1	О ДОКУМЕНТЕ .....	3
2	ПОДГОТОВКА МОДУЛЯ К ТЕСТИРОВАНИЮ .....	4
3	ТЕСТЫ .....	5
3.1	CPU .....	5
3.2	Ethernet .....	6
3.3	GPU .....	6
3.4	I <sup>2</sup> C .....	7
3.5	IEEE 802.15.4 .....	8
3.6	LEDs .....	9
3.7	RAM .....	9
3.7.1	Memtester .....	9
3.7.2	Ramspeed .....	10
3.8	SD .....	11
3.9	SPI FLASH .....	11
3.10	UART .....	13
3.10.1	RS232 .....	13
3.10.2	RS485 .....	14
3.11	USB .....	16
3.12	VPU .....	16
3.13	WiFi .....	19

# 1 О ДОКУМЕНТЕ

Документ содержит инструкцию по:

1. Подготовке модуля САЛЮТ-ЭЛ24Д1 к запуску тестов функционального контроля (ФК);
2. Описание тестов ФК.

Описание каждого теста состоит из:

1. Назначения теста;
2. Команды по запуску теста;
3. Ожидаемого времени исполнения теста;
4. Критерия прохождения теста.

## 2 ПОДГОТОВКА МОДУЛЯ К ТЕСТИРОВАНИЮ

Перед запуском тестов модуля необходимо подготовить SD-карту, собрать модуль и открыть консоль модуля:

1. Собрать img-файл microSD-карты согласно главе "Сборка образа ОС" документа "ОС Linux. Руководство системного программиста";
2. Установить тип платы согласно главе "Настройка типа платы" документа "ОС Linux. Руководство системного программиста". Необходимо добавить строку в файл u-boot.env:  
fdtfile=mcom02-sbcbdbg.dtb
3. (Опционально) Установить параметры сетевого соединения модуля согласно главе "Настройка сети" документа "ОС Linux. Руководство системного программиста";
4. Установить microSD-карту в слот XS4 модуля;
5. Подать напряжение питания +12 В на модуль;
6. Открыть консоль модуля через UART0 модуля (вилка XP3) или Ethernet SSH по заданным в пункте 2 статическому IP или имени устройства (имя пользователя: root, пароль: root).

## 3 ТЕСТЫ

### 3.1 CPU

Назначение теста:

Для проверки производительности двух ядер процессора 1892BM14Я (MCom-02) в целочисленных задачах используется утилита Coremark.

Запуск теста:

При выполнении не должно быть запущено других приложений и подключено устройств USB.  
(здесь и далее: команды вводятся в консоль)

```
coremark
```

Ожидаемое время исполнение теста: 20 секунд.

Пример результата теста:

```
2K performance run parameters for coremark.
CoreMark Size   : 666
Total ticks     : 12742
Total time (secs): 12.742000
Iterations/Sec   : 4708.836917
Iterations      : 60000
Compiler version : GCC4.8.3 20140320 (prerelease)
Compiler flags   : -D_LARGEFILE_SOURCE -D_LARGEFILE64_SOURCE -
D_FILE_OFFSET_BITS=64 -Os
Parallel PThreads : 2
Memory location  : Please put data memory location here
                   (e.g. code in flash, data on heap etc)
seedcrc         : 0xe9f5
[0]crclist      : 0xe714
[1]crclist      : 0xe714
[0]crcmatrix    : 0x1fd7
[1]crcmatrix    : 0x1fd7
[0]crcstate     : 0x8e3a
[1]crcstate     : 0x8e3a
[0]crcfinal     : 0x5275
[1]crcfinal     : 0x5275
```

```
Correct operation validated. See readme.txt for run and reporting rules.  
CoreMark 1.0 : 4708.836917 / GCC4.8.3 20140320 (prerelease) -D_LARGEFILE_SOURCE -  
D_LARGEFILE64_SOURCE -D_FILE_OFFSET_BITS=64 -Os / Heap / 2:PThreads
```

Критерий прохождения теста:

Параметр Iterations/Sec должен быть не менее 4200.

## 3.2 Ethernet

Назначение теста:

Для измерения скорости ввода-вывода через Ethernet используется утилита iperf. Для теста необходимо дополнительное устройство – ПК с ОС Linux и пакетом iperf версии 2.0.5.

Запуск теста:

На модуле запустить сервер:

```
iperf --server
```

На ПК запустить клиент:

```
iperf --time=5 --client адрес-сервера
```

Ожидаемое время исполнения: не более 5 секунд.

Пример результата теста:

```
[ ID] Interval    Transfer  Bandwidth  
[  3] 0.0-5.0 sec  54 MBytes 85.4 Mbits/sec
```

Критерий прохождения теста:

Bandwidth превышает 80 Mbits/sec.

## 3.3 GPU

Назначение теста:

Для измерения производительности графического ускорителя используется утилита cube из состава тестов драйвера Mali.

Подготовка к тестированию:

1. Загрузить драйвер GPU с помощью команды

```
modprobe mali
```

2. Создать устройство в /dev:

```
mknod /dev/mali c $(grep -F mali /proc/devices | cut -d" " -f1) 0
```

Запуск теста:

```
cd /opt/mali/cube  
LD_LIBRARY_PATH=/ ./cube
```

Ожидаемое время исполнения: бесконечно. Принудительная остановка при нажатии Ctrl+C.

Пример результата теста:

```
FPS:    35.1  
FPS:    35.5  
FPS:    36.1  
FPS:    35.6  
FPS:    35.9
```

Критерий прохождения теста:

Средняя частота отрисовки кадров больше 30 кадров в секунду. При подключении монитора по HDMI наблюдать вращающийся вертолёт.

### 3.4 I<sup>2</sup>C

Назначение теста:

Для тестирования шины I2C модуля используется утилита i2cdump. Утилита считывает 256 регистров HDMI-контроллера, подключенного на частоте 100 КГц, через контроллер I2C1 модуля и выводит время прохождения теста. Максимальная скорость работы I2C - 100 000 бит/с

Для нагрузки, которая используется в тесте, количество переданной информации составляет:

$9 \text{ (бит на фрейм)} * 3 \text{ (фрейма — 2 с адресом, один с данными)} * 256 \text{ (количество регистров, считываемое утилитой)} * 256 \text{ (запусков утилиты)} = 1\,769\,472 \text{ бит.}$

Для вычисления скорости необходимо разделить размер переданной информации на время прохождения теста.

Запуск теста:

```
time sh -c 'for i in `seq 1 256`; do i2cdump -y 1 0x4c b >/dev/null ; done'
```

Ожидаемое время исполнения: около 30 секунд.

Пример результата теста:

```
real  0m 28.68s  
user  0m 0.33s  
sys   0m 2.31s
```

Критерий прохождения теста:

Тест считать успешно пройденным, если реальная пропускная способность больше, чем 50% теоретической, т. е. более 50 000 бит/с. Для данного примера, пропускная способность составляет 1 769 472 бит / 28.68 с  $\approx$  61 700 бит/с.

### 3.5 IEEE 802.15.4

Назначение теста:

Для тестирования функциональности связи по стандарту IEEE 802.15.4 (канальный уровень семейства протоколов ZigBee) используется утилита ping6. Для теста необходимо дополнительное устройство – модуль Salute-EL24D1, далее именуемый “ответный модуль”.

Подготовка к тестированию:

1. Установить антенны на соответствующие разъёмы на тестовом и ответном модулях.
2. Настроить адрес на ответном модуле: добавить в переменную *bootargs* в файле *u-boot.env* на разделе *boot* SD-карты параметр *pan=wpan0:::2*.
3. Настроить адрес на тестируемом модуле: добавить в переменную *bootargs* в файле *u-boot.env* на разделе *boot* SD-карты параметр *pan=wpan0:::1*. Этот адрес настроен по умолчанию.

Запуск теста:

```
ping6 -I lowpan0 -c 5 fc00::2
```

Ожидаемое время исполнения: около 5 секунд.

Пример результата теста:

```
PING fc00::2 (fc00::2): 56 data bytes
64 bytes from fc00::2: seq=0 ttl=64 time=35.127 ms
64 bytes from fc00::2: seq=1 ttl=64 time=36.519 ms
64 bytes from fc00::2: seq=2 ttl=64 time=33.841 ms
64 bytes from fc00::2: seq=3 ttl=64 time=36.526 ms
64 bytes from fc00::2: seq=4 ttl=64 time=33.849 ms

--- fc00::2 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 33.841/35.172/36.526 ms
```

Критерий прохождения теста:

Процент потерь кадров (packet loss) — 0%.



## 3.6 LEDs

Назначение теста:

Для проверки работоспособности светодиодов используется утилита `fc-leds.sh`. Алгоритм утилиты:

- выключить все светодиоды на 1 секунду;
- для каждого светодиода выполнить: включить светодиод, через 0.3 с выключить светодиод;
- включить все светодиоды;
- выключить все светодиоды через 1 с;
- перевести все пины светодиодов в состояние как после включения платы.

Запуск теста:

```
fc-leds.sh
```

Ожидаемое время исполнения: около 5 секунд.

Критерий прохождения теста:

Светодиоды работают согласно алгоритму утилиты.

## 3.7 RAM

### 3.7.1 Memtester

Назначение теста:

Для технологического тестирования динамической памяти микросхемы используется утилита `memtester`. С данными аргументами выделяется участок размером в 512 мегабайт.

Запуск теста:

```
memtester 512M 1
```

Ожидаемое время исполнения теста: не более 60 минут.

Пример результата теста:

```
Loop 1/1:
Stuck Address      : ok
Random Value       : ok
Compare XOR        : ok
Compare SUB        : ok
```

```
Compare MUL      : ok
Compare DIV      : ok
Compare OR       : ok
Compare AND      : ok
Sequential Increment: ok
Solid Bits       : ok
Block Sequential : ok
Checkerboard     : ok
Bit Spread       : ok
Bit Flip         : ok
Walking Ones     : ok
Walking Zeroes   : ok
8-bit Writes     : ok
16-bit Writes    : ok
Done.
```

Критерий прохождения теста:

Каждый алгоритм тестирования завершился успешно и выдал значение «ok».

### 3.7.2 *Ramspeed*

Назначение теста:

Для измерения скорости чтения и записи в динамическую память микросхемы используется утилита ramspeed.

Запуск теста:

```
ramspeed -b 3
```

Ожидаемое время исполнения: менее 6 минут.

Пример результата теста:

```
RAMspeed (GENERIC) v2.6.0 by Rhett M. Hollander and Paul V. Bolotoff, 2002-09

8Gb per pass mode

INTEGER Copy:    425.15 MB/s
INTEGER Scale:   415.07 MB/s
INTEGER Add:     391.94 MB/s
INTEGER Triad:   386.52 MB/s
---
```

```
INTEGER AVERAGE: 404.67 MB/s
```

Критерий прохождения теста:

Параметр «AVERAGE» содержит число более 400 MB/s.

### 3.8 SD

Назначение теста:

Для измерения скорости чтения с SD-карты используется утилита `hdparm`.

Запуск теста:

```
hdparm -t /dev/mmcblk0p1
```

Ожидаемое время исполнения: около 3 секунд.

Пример результата теста:

```
Timing buffered disk reads: 34 MB in 3.16 seconds = 10.76 MB/sec
```

Критерий прохождения теста:

Значение должно быть большее, чем 4.00 MB/sec.

### 3.9 SPI FLASH

Назначение теста:

Для тестирования флеш-памяти, подключенной по SPI, предназначена утилита `mtddtest.sh`.

Тестирование проводится в заданном диапазоне адресов флеш-памяти.

Запуск теста:

```
# mtdtest.sh /dev/mtd0 2 1
```

Первый аргумент приложения - имя файла устройства флеш-памяти. Второй аргумент - смещение относительно нулевого адреса флеш-памяти в блоках стирания. Третий аргумент - размер тестируемого адресного пространства в блоках стирания.

Для сохранности прошитого во флеш-памяти загрузчика смещение должно быть  $> 1$ .

Пример вывода скрипта:

```
/dev/mtd0 parameters:
```

```
totalsize=4194304 bytes
```

```
eraseblock=65536 bytes
```

Creating test.img file size of 65536 bytes

Reading 65536 bytes from MTD device to sdump.img

16+0 records in

16+0 records out

real 0m 0.02s

user 0m 0.00s

sys 0m 0.00s

Erasing 65536 bytes in MTD device

Erased 65536 bytes from address 0x00020000 in flash

real 0m 0.72s

user 0m 0.00s

sys 0m 0.71s

Writing test.img file size of 65536 to MTD device

16+0 records in

16+0 records out

real 0m 0.20s

user 0m 0.00s

sys 0m 0.18s

Reading 65536 bytes from MTD device to dump.img

16+0 records in

16+0 records out

real 0m 0.02s

user 0m 0.00s

sys 0m 0.00s

Written and read data matches

Erasing 65536 bytes in MTD device

Erased 65536 bytes from address 0x00020000 in flash

real 0m 0.72s

user 0m 0.00s

sys 0m 0.48s

Writing sdump.img file size of 65536 to MTD device

16+0 records in

16+0 records out

real 0m 0.20s

user 0m 0.00s

sys 0m 0.12s

Reading 65536 bytes from MTD device to dump.img

16+0 records in

16+0 records out

real 0m 0.02s

user 0m 0.00s

sys 0m 0.00s

Written and read data matches

TEST PASSED

Критерий прохождения теста:

- Тест считать успешно пройденным при выводе строки TEST PASSED .
- Время стирания одного блока: 0.6 - 3 секунд. Время программирования одного блока: 0.16 - 1.3 секунд.

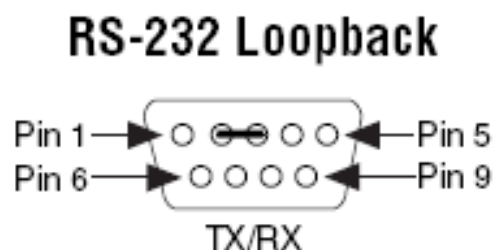
## **3.10 UART**

### **3.10.1 RS232**

Назначение теста:

Для тестирования скорости порта RS232 подключенного к UART-контроллеру микросхемы через RS232-трансмиссивтер используется утилита serial\_test\_client.

Перед запуском теста необходимо замкнуть контакты порта RS232 (UART3, вилка XP2 модуля) в режиме loopback, см. Рисунок 3.1:



**Рисунок 3.1. Включение режима loopback порта RS232**

Запуск теста:

```
serial_test_client -p /dev/ttyS2 -t 128 -b 115200
```

Ожидаемое время исполнения: 10 секунд.

Пример результата теста:

```
UART port configuration:
{  'baudrate': 115200,
  'bytesize': 8,
  'dsrdtr': False,
  'interCharTimeout': None,
  'parity': 'N',
  'rtscts': False,
  'stopbits': 1,
  'timeout': 2,
  'writeTimeout': None,
  'xonxoff': False}
total transferred data bytes : 128 KiB
elapsed time : 11.358398 sec
estimated baudrate (with stopbits): 103856 b/sec
performance efficiency: 90.153559 %
```

Критерий прохождения теста:

Поле performance efficiency показывает производительность более 90% от максимальной.

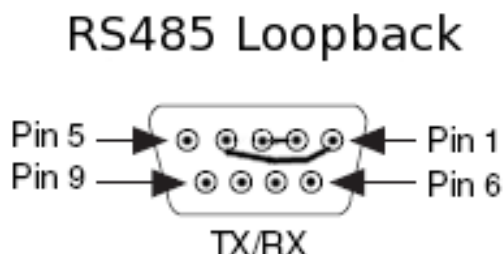
### **3.10.2 RS485**

Назначение теста:

Для тестирования скорости порта RS485 подключенного к UART-контроллеру микросхемы

через RS485-трансмиссивтер используется утилита `serial_test_client`.

Перед запуском теста необходимо замкнуть контакты порта RS485 (UART2, вилка XS6 на плате) в режиме loopback, см. Рисунок 3.2:



**Рисунок 3.2. Включение режима loopback порта RS485**

Запуск теста:

```
serial_test_client -p /dev/ttyS1 -t 128 -b 115200
```

Ожидаемое время исполнения: 10 секунд.

Пример результата теста:

```
UART port configuration:
{  'baudrate': 115200,
  'bytesize': 8,
  'dsrdtr': False,
  'interCharTimeout': None,
  'parity': 'N',
  'rtscts': False,
  'stopbits': 1,
  'timeout': 2,
  'writeTimeout': None,
  'xonxoff': False}
total transferred data bytes : 128 KiB
elapsed time : 11.358398 sec
estimated baudrate (with stopbits): 103856 b/sec
performance efficiency: 90.153559 %
```

Критерий прохождения теста:

Поле `performance efficiency` показывает производительность более 90% от максимальной.

### 3.11 USB

Назначение теста:

Для измерения скорости передачи данных по USB используется утилита `hdparm`. Для тестирования необходимо дополнительное устройство – USB-флеш-накопитель (или внешний USB диск) со скоростью чтения не менее 25.00 MB/sec. Перед запуском теста необходимо подключить дополнительное устройство к модулю.

Запуск теста:

```
hdparm -t /dev/sda
```

Ожидаемое время исполнения: около 3 секунд.

Пример результата теста:

```
Timing buffered disk reads: 88 MB in 3.01 seconds = 29.19 MB/sec
```

Критерий прохождения теста:

Скорость чтения должна быть не меньше, чем 25.00 MB/sec.

### 3.12 VPU

Назначение теста:

Для измерения производительности и тестирования функциональности блока аппаратного сжатия видео используется утилита `m2m-test`.

Подготовка к тестированию:

1. Загрузить драйвер блока с помощью команды

```
modprobe avico
```

После этого должно появиться устройство `/dev/video0`, с помощью которого осуществляется взаимодействие с VPU.

2. Для проведения тестирования требуется подготовить несжатое видео разрешением 1280x720 с форматом пикселей YUV420P1 в контейнере YUV4MPEG с помощью команды

```
ffmpeg -f lavfi -i testsrc=duration=2:size=1280x720 -pix_fmt yuv420p -codec:v rawvideo input.y4m
```

3. Из-за ограничений предварительной версии драйвера перед запуском теста требуется конвертировать видео в формат M420 с помощью команды

---

1 C420 в терминах YUV4MPEG



```
any2m420 -o m420.y4m input.y4m
```

Запуск теста:

```
m2m-test -d /dev/video0 -v -o encoded.264 m420.y4m
```

Ожидаемое время исполнения: около 1 секунды.

Пример результата теста:

```
Input #0, yuv4mpegpipe, from 'm420.y4m':
  Duration: N/A, bitrate: N/A
    Stream #0:0: Video: rawvideo (I420 / 0x30323449), yuv420p, 1280x720, 25 fps, 25 tbr, 25 tbn, 25 tbc
  Card: avico
  Frame 0 (11319 bytes): 8 ms
  Frame 1 (645 bytes): 7 ms
  Frame 2 (1304 bytes): 7 ms
  Frame 3 (1568 bytes): 7 ms
  Frame 4 (1558 bytes): 8 ms
  Frame 5 (2304 bytes): 8 ms
  Frame 6 (1102 bytes): 7 ms
  Frame 7 (1318 bytes): 7 ms
  Frame 8 (1696 bytes): 8 ms
  Frame 9 (1957 bytes): 8 ms
  Frame 10 (1292 bytes): 7 ms
  Frame 11 (1866 bytes): 8 ms
  Frame 12 (1359 bytes): 8 ms
  Frame 13 (1849 bytes): 8 ms
  Frame 14 (1327 bytes): 7 ms
  Frame 15 (1629 bytes): 8 ms
  Frame 16 (11351 bytes): 9 ms
  Frame 17 (1092 bytes): 7 ms
  Frame 18 (1241 bytes): 7 ms
  Frame 19 (1776 bytes): 8 ms
  Frame 20 (1738 bytes): 8 ms
  Frame 21 (1889 bytes): 8 ms
  Frame 22 (1199 bytes): 7 ms
  Frame 23 (1665 bytes): 8 ms
  Frame 24 (1319 bytes): 7 ms
  Frame 25 (2180 bytes): 8 ms
```

```
Frame 26 (1069 bytes): 7 ms
Frame 27 (1610 bytes): 7 ms
Frame 28 (1507 bytes): 8 ms
Frame 29 (1748 bytes): 8 ms
Frame 30 (1632 bytes): 7 ms
Frame 31 (1289 bytes): 8 ms
Frame 32 (11084 bytes): 8 ms
Frame 33 (714 bytes): 7 ms
Frame 34 (1646 bytes): 7 ms
Frame 35 (1446 bytes): 7 ms
Frame 36 (1718 bytes): 8 ms
Frame 37 (1502 bytes): 7 ms
Frame 38 (1992 bytes): 8 ms
Frame 39 (1257 bytes): 7 ms
Frame 40 (1552 bytes): 7 ms
Frame 41 (1567 bytes): 8 ms
Frame 42 (2171 bytes): 8 ms
Frame 43 (1046 bytes): 7 ms
Frame 44 (1576 bytes): 7 ms
Frame 45 (1616 bytes): 8 ms
Frame 46 (2180 bytes): 8 ms
Frame 47 (1374 bytes): 7 ms
Frame 48 (11115 bytes): 8 ms
Frame 49 (629 bytes): 7 ms
Total time in M2M: 0.4 s
Total time in main loop: 0.9 s
```

Критерий прохождения теста:

Сжатие выполняется в реальном времени или быстрее: время работы теста («Total time in M2M») меньше длительности видео. Размер выходного видео *encoded.264* на порядок меньше размера входного видео *m420.y4m*. Размеры файлов можно посмотреть командой

```
ls -lh encoded.264 m420.y4m
```

После окончания работы теста сжатое видео можно проиграть через HDMI с помощью команды

```
mplayer -vo fbdev encoded.264
```

### 3.13 WiFi

Назначение теста:

Для измерения скорости и тестирования функциональности модуля WiFi AP6210 используется утилита iperf. Для теста необходимы дополнительные устройства – ПК с ОС Linux и пакетом iperf версии 2.0.5, WiFi-роутер с поддержкой IEEE 802.11g с возможностью подключения ПК через Ethernet.

Подготовка к тестированию:

4. Настроить WiFi-роутер: включить WiFi с шифрованием WPA2, указать имя сети (далее имя\_сети), включить DHCP-сервер, подключить ПК кабелем Ethernet к роутеру.

5. На модуле создать файл конфигурации wpa\_supplicant.conf, выполнив в консоли:

```
wpa_passphrase имя_сети > /etc/wpa_supplicant.conf
```

Приложение wpa\_passphrase будет ожидать ввода пароля без вывода сообщений. Ввести пароль от сети, нажать Enter.

6. Установить сетевое соединение wlan0:

```
wpa_supplicant -B -i wlan0 -c /etc/wpa_supplicant.conf
```

После команды пронаблюдать вывод строки «Successfully initialized wpa\_supplicant»

7. Получить от WiFi-роутера IP-адрес командой:

```
dhcpcd
```

8. Узнать IP-адрес командой:

```
ifconfig wlan0
```

В поле «inet addr» будет указан IP-адрес WiFi подключения (далее адрес\_сервера).

Запуск теста:

На модуле запустить сервер:

```
iperf --server
```

На ПК запустить клиент:

```
iperf --time=5 --client адрес_сервера
```

Ожидаемое время исполнения: не более 7 секунд.

Пример результата теста:

```
[ ID] Interval    Transfer  Bandwidth
[ 3] 0.0-5.0 sec  7.75 MBytes 12.9 Mbits/sec
```

Критерий прохождения теста:

Bandwidth превышает 10 Mbits/sec.

В случае, если Bandwidth ниже ожидаемого, то необходимо настроить WiFi-роутер на использование другого канала и повторить тестирование.