

Аппаратные решения архитектуры MIPS и программные технологии QNX

Махилёв Владимир

СВД Встраиваемые Системы

23 апреля 2009, Москва, ЦМТ

Немного истории

- В 1981 группа разработчиков Стэнфордского университета во главе с Джонном Л. Хеннесси (John L. Hennessy) начинает работу MIPS процессором.
- 1984 основание компании MIPS Computer Systems Inc.
- 1985 выпущен первый MIPS процессор **R2000**
- 1989 размещение акций MIPS Computer Systems на фондовой бирже NASDAQ
- 1991 разработан 64 разрядный **R4000**
- 1992 компания Silicon Graphics, Inc. (SGI) выкупает акции, преобразует MIPS Computer Systems во внутреннее отделение MIPS Group. В дальнейшем реформирует в дочернюю компанию MIPS Technologies, Inc.

MIPS
TECHNOLOGIES

Немного истории



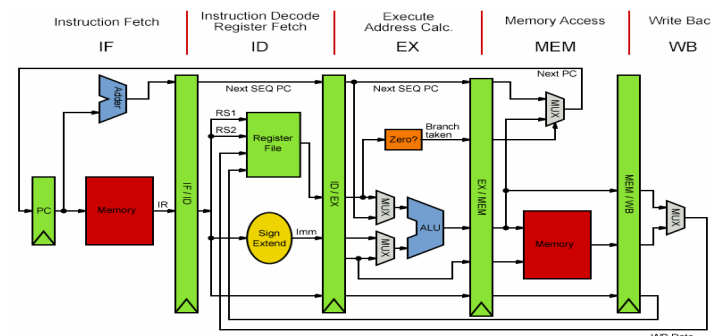
- Продолжение...
- Выход процессоров R8000 в 1994, R10000 в 1996, R12000 в 1998.
- 1998 Silicon Graphics, Inc. (SGI) принимает решение о переходе на использование процессоров Intel Itanium после чего продает часть акций MIPS Technologies, Inc., полностью продав все акции в 2000 году
- MIPS Technologies, Inc. продолжает активную деятельность. Часть прибыли поступает благодаря лицензируемой архитектуре

Лицензируемая архитектура

- В начале 90х MIPS Technologies предлагает сторонним фирмам использовать архитектуру MIPS по лицензии
- Два основных дизайна MIPS32 и MIPS64
- NEC, Toshiba, Broadcom, Philips, LSI Logic, IDT...
- Процессоры с архитектурой MIPS : IDT RC32438; ATI Xilleon; Alchemy Au1000, 1100, 1200; Broadcom Sentry5; RMI XLR7xx, Cavium Octeon CN30xx, CN31xx, CN36xx, CN38xx and CN5xxx; Infineon Technologies EasyPort, Amazon, Danube, ADM5120, WildPass, INCA-IP, INCA-IP2; NEC EMMA and EMMA2, NEC VR4181A, VR4121, VR4122, VR4181A, VR5432, VR5500; Oak Technologies Generation; PMC-Sierra RM11200; QuickLogic QuickMIPS ESP; Toshiba "Donau", Toshiba Tmpr492x, TX4925, TX9956, TX7901.

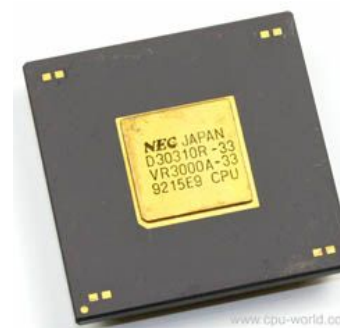
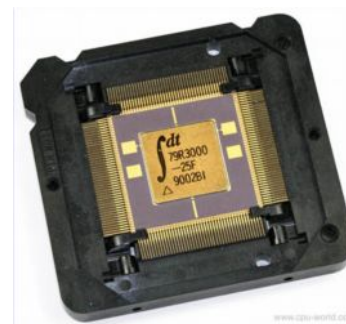
Особенности архитектуры MIPS

- ❖ MIPS - Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages
- ❖ RISC архитектура.
- ❖ 32 регистра
- ❖ Кэш команд и кэш данных
- ❖ 32х или 64х разрядная архитектура
- ❖ Использование конвейеров. Типичная схема:
 - IF – выборка инструкций из кэша команд
 - RD – чтение данных из регистров для выполнения инструкции
 - ALU – выполнение арифметической/логической операции
 - MEM – чтение/запись данных в кэш данных
 - WB - запись результата в регистр
- ❖ Различные дополнительные наборы инструкций (MIPS-3D, MDMX (MaDMaX), MIPS16e, MIPS MT)



MIPS R3000

- Представлен в 1988
- 32х разрядный микропроцессор с набором инструкций MIPS 1
- 32 (64) Кб кэша «прозрачного» кэша для кода и данных
- MMU
- Частота 16-40 МГц
- Различные модификации:
 - R3000A
 - R3400, R3500
 - Toshiba R3900
 - Mongoose-V



```
amples:  
-s4  
Run using Photon server on host:  
-s//4/dev/photon
```

Применения MIPS R3000

SONY



MIPS R3000A Sony PlayStation
частота 33,8688 МГц



SUNPLUS

SPCA536 - решение на MIPS R3000
совместимом RISC-ядре, частота 96 МГц



Применения MIPS R3000

Радиационно-стойкая версия R3000 для космических применений **Mongoose-V**

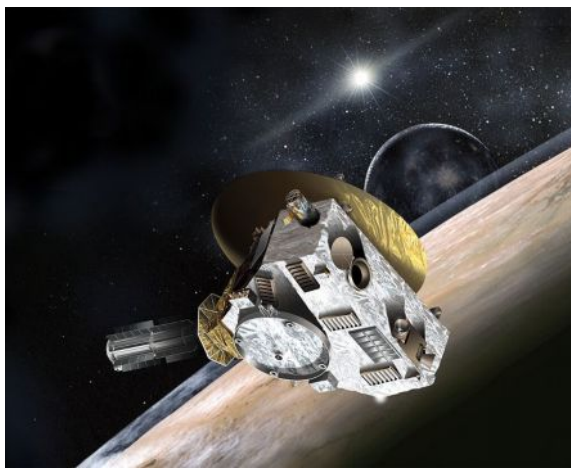
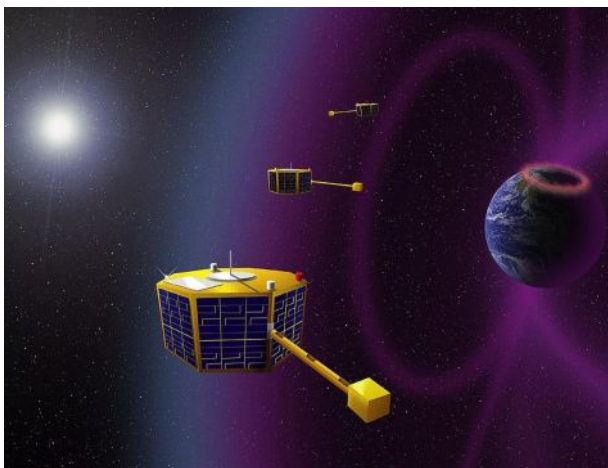
2000 Earth Observer 1 (EO-1)

2001 TIMED (Thermosphere Ionosphere Mesosphere Energetics and Dynamics)

2002 CONTOUR (COMet Nucleus TOUR)

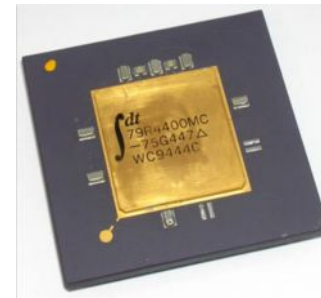
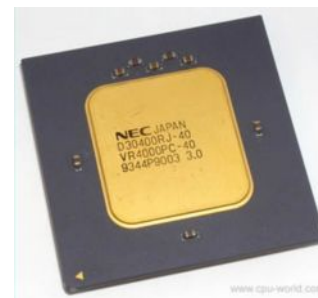
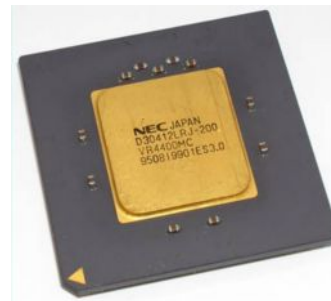
2006 Space Technology 5

2006 New Horizons - миссия на Плутон



MIPS R4000

- Представлен в 1991
- 64x разрядный
- 8 Кб кэша кода и 8 Кб данных
- Частота 100 Мгц
- Различные модификации:
 - бюджетные версии R4200 и R4300
 - R4400 16 Кб кэша, до 250 Мгц
 - R4600, R4700 "Orion"



Применения MIPS R4000

Nintendo 64

64 разрядный MIPS R4300i с 32х битной шиной данных NEC VR4300, рабочая частота 93.75 МГц



PlayStation Portable

2x 333 МГц MIPS32 R4000 совместимых процессора



Cisco
серии 36x0 and 7x00



Модельный ряд процессоров MIPS

| Model | Frequency (MHz) | Year | Process (µm) | Transistors (Millions) | Power (W) | Voltage | Dcache (KB) | Icache (KB) | L2 Cache |
|--------------|-----------------|------|--------------|------------------------|-----------|---------|-------------|-------------|-------------------|
| R2000 | 8-16.67 | 1985 | 2.0 | 0.11 | ? | ? | 32 | 64 | None |
| R3000 | 12-40 | 1988 | 1.2 | 0.11 | 4 | ? | 64 | 64 | 0-256 KB External |
| R4000 | 100 | 1991 | 0.8 | 1.35 | 15 | 5 | 8 | 8 | 1 MB External |
| R4400 | 100-250 | 1992 | 0.6 | 2.3 | 15 | 5 | 16 | 16 | 1-4 MB External |
| R4600 | 100-133 | 1994 | 0.64 | 2.2 | 4.6 | 5 | 16 | 16 | 512 KB External |
| R5000 | 150-200 | 1996 | 0.35 | 3.7 | 10 | 3.3 | 32 | 32 | 1 MB External |
| R8000 | 75-90 | 1994 | 0.7 | 2.6 | 30 | 3.3 | 16 | 16 | 4 MB External |

Модельный ряд процессоров MIPS

| | | | | | | | | | |
|---------------|----------|------|---------------------|-----|----------|------------------|----|----|---------------------|
| R8000 | 75-90 | 1994 | 0.7 | 2.6 | 30 | 3.3 | 16 | 16 | 4 MB External |
| R10000 | 150-250 | 1996 | 0.35, 0.25 | 6.7 | 30 | 3.3 | 32 | 32 | 1-4 MB External |
| R12000 | 270-400 | 1998 | 0.25, 0.18 | 6.9 | 20 | 4 | 32 | 32 | 2-8 MB External |
| RM7000 | 250-600 | 1998 | 0.25, 0.18, 0.13 | 18 | 10, 6, 3 | 3.3, 2.5, 1.5 | 16 | 16 | 256 KB Internal |
| R14000 | 500-600 | 2001 | 0.13 | 7.2 | 17 | ? | 32 | 32 | 2-4 MB External |
| R16000 | 700-1000 | 2002 | 0.11 | ? | 20 | ? | 64 | 64 | 4-16 MB External |

MIPS и QNX

- ❖ Поддержка процессоров MIPS с MMU
- ❖ Наличие пакетов поддержки плат (BSP Board Support Package) для различных существующих плат
- ❖ Прогрессивные инструменты для разработки и отладки приложений
- ❖ Заказная разработка BSP

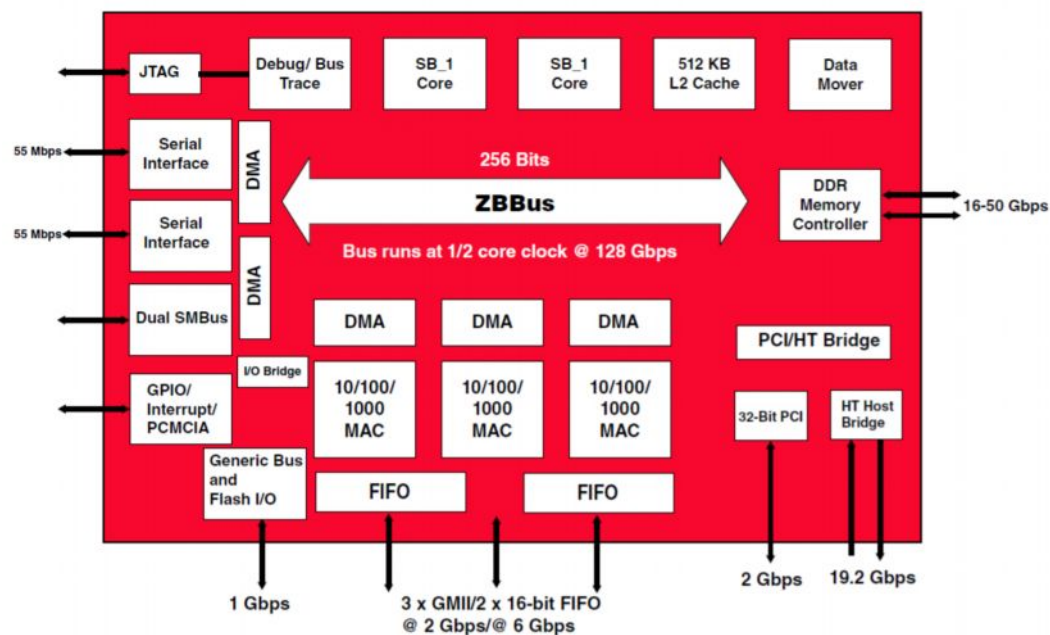


**Встраиваемые
Системы**

Broadcom BCM91250

Отладочная плата для SOC
(системы на кристалле)
BCM1250

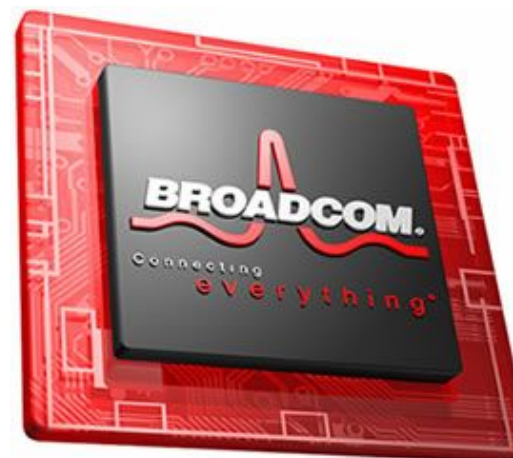
- Два ядра MIPS64 SB1 (SiByte):
 - 600 - 800 МГц
 - 32K/32K кэша инструкций и данных
 - 6 конвейров, до 4х инструкций за 1 такт
- 512 Кб кэша L2
- DDR контроллер
- 3 Гбитных сетевых интерфейса
- Высокопроизводительная процессорная шина



Broadcom BCM91250 и QNX

Поддержка **BCM91250** в QNX 

- IPL
- Модуль Startup
- Драйвер COM-порта
- PCI сервер
- Сетевой драйвер
- Флэш-драйвер
- USB драйвера
- PCMCIA



RMI ATX-IB «Phoenix»

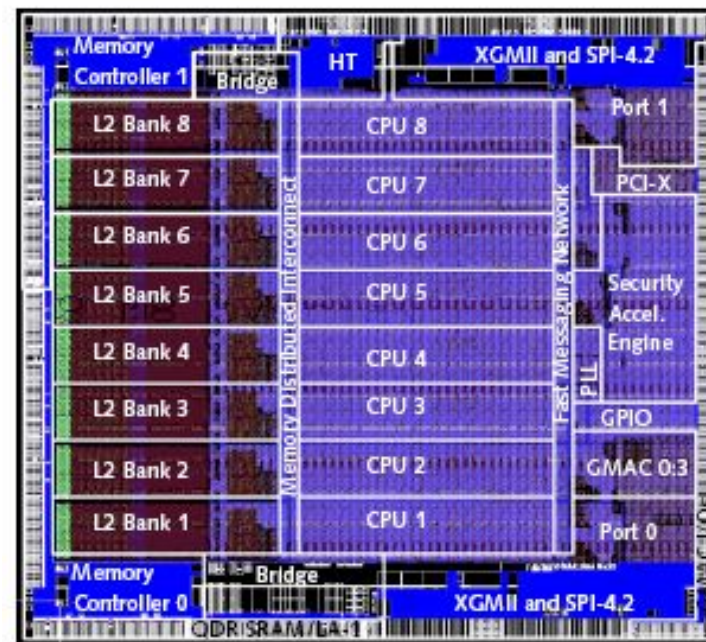
RMI XLR 732:

- MIPS64
- 8 ядер
- 32/32 Кб кэша инструкций/данных
- До 12 внешних 1 Гбит Ethernet

Поддержка в QNX:



- Модуль Startup
- Драйвер COM-порта
- PCI сервер
- Сетевой драйвер
- Флэш-драйвер
- I2C



MIPS Malta

Отладочная плата от **MIPS Technologies** в форм-факторе ATX с привычными интерфейсами для отладки.

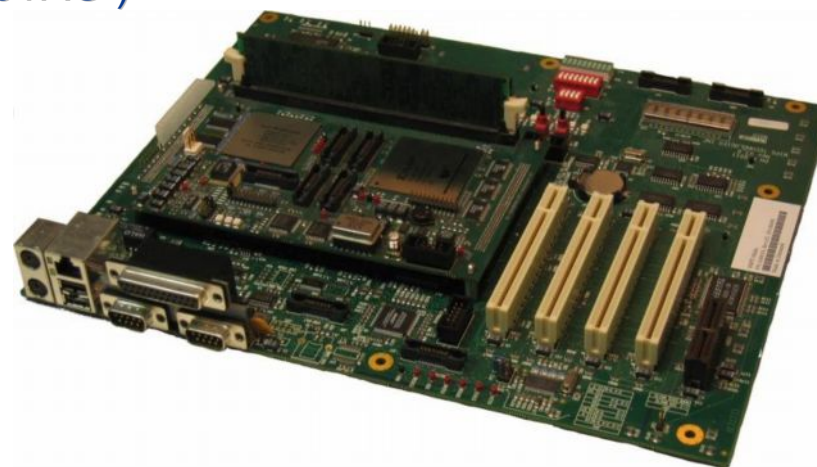
MIPS Malta 4Kc

- Ядро MIPS32 4Kc
 - 190 МГц
 - 8K/8K кэша инструкций и данных
- Отладка с помощью EJTAG (Enhanced JTAG)
- Управление питанием

Поддержка в QNX

- Модуль Startup
- Драйвер COM порта
- PCI сервер
- Сетевой драйвер
- Флэш-драйвер
- USB

MIPS
TECHNOLOGIES



ГУП НПЦ «ЭЛВИС» платформа «Мультикор»



Платформа «МУЛЬТИКОР» <http://multicore.ru/>

- ❖ Отечественная система на кристалле состоящая из MIPS-совместимых RISC-ядер, оригинальных масштабируемых DSP-ядер с фиксированной и плавающей точкой и стандартных интерфейсов (PCI, USB, UART, SHARC-байтные порты и т.д.)
- ❖ отладочный порт JTAG
- ❖ несколько проектируемых серий ИМС (MC-12/24/0226/0226G, MCF-0428)

| Микросхема | 1892BM3T (MC-12) | 1892BM2Я (MC-24) | 1892BM4Я и 1892BM5Я | MCF-0428* |
|--------------------------------------|--|--|---|---------------------------|
| Технология изготовления, мкм | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.18 |
| Размер кристалла, мм*мм | 10*10 | 10*10 | 12.3 *12.6 | 14*14 |
| Интеграция, млн. транзисторов | ~18 | ~18 | ~26 | ~ 65 |
| Корпус | PQFP240 | HSBGA292 | HSBGA416 | Уточняется |
| Многопроцессорная MIMD - архитектура | 2 процессора: RISCore32 + ELcore-14 (SISD) | 2 процессора: RISCore32 + ELcore-24(2SIMD) | 3 процессора: RISCore32 + 2 x ELcore-26 (2SIMD) | 5 процессоров, уточняется |
| Рабочая частота | 100 | 100 | 120 | 400 |
| Пиковая производительность, MFLOPs | 300 | 600 | 1440 | 8000 - 9600 |
| Серия, год | 2004 | 2004 | 2006 | 2008 |



ГУП НПЦ «ЭЛВИС» платформа «Мультикор»

| Микросхема | <u>1892ВМ3Т</u> <u>(МС-12)</u> | <u>1892ВМ2Я(МС-24)</u> | <u>1892ВМ4Я и</u> <u>1892ВМ5Я</u> | <u>МСF-0428*</u> |
|--------------------------------------|--|--|---|---------------------------|
| Технология изготовления, мкм | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.18 |
| Размер кристалла, мм*мм | 10*10 | 10*10 | 12.3 *12.6 | 14*14 |
| Интеграция, млн. транзисторов | ~18 | ~18 | ~26 | ~ 65 |
| Корпус | PQFP240 | HSBGA292 | HSBGA416 | Уточняется |
| Многопроцессорная MIMD - архитектура | 2 процессора: RISCore32 + ELcore-14 (SISD) | 2 процессора: RISCore32 + ELcore-24(2SIMD) | 3 процессора: RISCore32 + 2 x ELcore-26 (2SIMD) | 5 процессоров, уточняется |
| Рабочая частота | 100 | 100 | 120 | 400 |
| Пиковая производительность, MFLOPs | 300 | 600 | 1440 | 8000 - 9600 |
| Серия, год | 2004 | 2004 | 2006 | 2008 |

Отечественные MIPS процессоры. MC-12 (1892BM3T)

Система на кристалле MC-12 (1892BM3T)

- ❖ Центральный процессор:
 - Архитектура - совместимая с MIPS32
 - Кэш команд объемом 16 Кбайт
 - 32-х битные шины передачи адреса и данных
 - MMU с TLB
 - Устройство умножения и деления
 - JTAG IEEE 1149.1
- ❖ Цифровой сигнальный процессор (DSP)
 - SISD (Single Instructions Single Data) организация потоков команд и данных
 - 3-ступенчатый конвейер по выполнению 32- и 64-разрядных инструкций
 - Пиковая производительность DSP 300 млн. оп/с 32-битных операций с плавающей точкой (IEEE 754)



Отладочный комплект MC-12EM

Отладочный модуль MC-12EM

- Построен на базе MC-12 (1892BM3T)
- Два банка динамической памяти (SDRAM), каждый ёмкостью по 64Мбайт
- Статическая память (SRAM) ёмкостью 1Мбайт
- Адаптер JTAG - EPP

Поддержка MC-12EM в QNX

- Модуль Startup
- Встроенный COM-порт в отладочном режиме



Поддержка MC-12EM в QNX

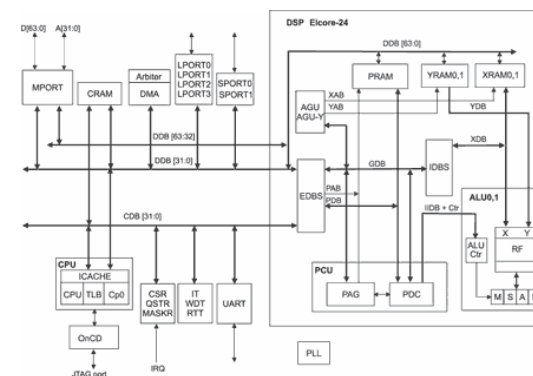
```
system page at phys:00162000 user:0801e000 kern:80162000
Starting next program at v80050380
welcome to QNX Neutrino 6.3.0
# uname -a
QNX localhost 6.3.0 2004/04/29-20:28:08UTC mc12 mipsle
# ls -l /
total 127051
drwxr-xr-x  2 0          0          10 Apr 14  2005 bin
drwxr-xr-x  2 0          0          10 Apr 14  2005 dev
dr-xr-xr-x  2 0          0          65048576 Jan 01 00:00 proc
lrwxrwxrwt  1 0          0          10 Apr 14  2005 tmp -> /dev/shmem
dr-xr-xr-x  2 0          0          0 Jan 01 00:00 usr
# pidin
  pid tid name          prio STATE      blocked
    1  1 procnto         0f  READY
    1  2 procnto        255r RECEIVE    1
    1  3 procnto        255r RECEIVE    1
    1  4 procnto        10r  RUNNING
    1  5 procnto        10r  RECEIVE    1
    1  6 procnto        10r  RECEIVE    1
    1  7 procnto        10r  RECEIVE    1
    2  1 /boot/devc-ser8250 10r  RECEIVE    1
    3  1 proc/boot/ksh    10r SIGSUSPEND
 16388 1 proc/boot/pidin  10r  REPLY      1
#
```

CTRL-A Z подсказка | 38400 8N1 | NOR | minicom 2,00,0 | vt102 | Не на линии

Отечественные MIPS процессоры. MC-24 (1892BM2Я)

Система на кристалле MC-24 (1892BM2Я)

- ❖ Центральный процессор:
 - Архитектура - совместимая с MIPS32
 - Кэш команд объемом 16 Кбайт
 - 32-х битные шины передачи адреса и данных
 - MMU с TLB
 - Устройство умножения и деления
 - JTAG IEEE 1149.1
- ❖ Цифровой сигнальный процессор (DSP)
 - 2SIMD (Single Instruction Multiple Data) организация потоков команд и данных
 - 3-ступенчатый конвейер по выполнению 32- и 64-разрядных инструкций
 - Пиковая производительность DSP 600 млн. оп/с 32-битных операций с плавающей точкой (IEEE 754)



Отладочный комплект MC-24EM

Отладочный модуль MC-24EM

- ❖ Построен на базе MC-24 (1892BM2Я)
- ❖ Один банк динамической памяти (SDRAM) ёмкостью 128Мбайт
- ❖ Статическая память (SRAM) ёмкостью 1Мбайт
- ❖ Адаптер JTAG - EPP

Поддержка MC-12EM в QNX 

- Модуль Startup
- Встроенный COM-порт в отладочном режиме



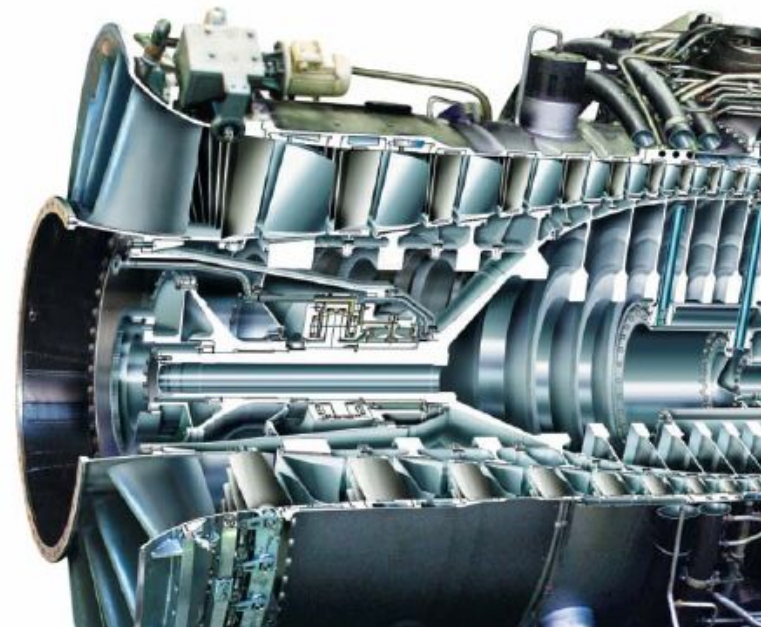
Бортовой вычислительный модуль ИТМиВТ на базе МС-24

Процессорный модуль **ИТМиВТ** <http://www.ipmce.ru/>
для встраиваемых цифровых систем
автоматического управления, например в САУ ГТД
для авионики.

- ❖ Центральный процессор 1892ВМ2Я (МС-24),
работающий на частоте 80 МГц
- ❖ ОЗУ 8 Мб
- ❖ Флэш-память:
 - загрузочная 2 Мб
 - для хранения параметров 2 Мб
 - основная 4 Мб
- ❖ Последовательные интерфейсы устройств
ввода/вывода: ARINC-429, CAN, MIL-STD-1553,
RS-232, QSPI (5МГц)
- ❖ ПЛИС, реализующая развитую логику
ввода/вывода дискретных и частотных сигналов,
сторожевой таймер, контроллер прерываний
и буферные каскады коммуникационных каналов



ИТМиВТ

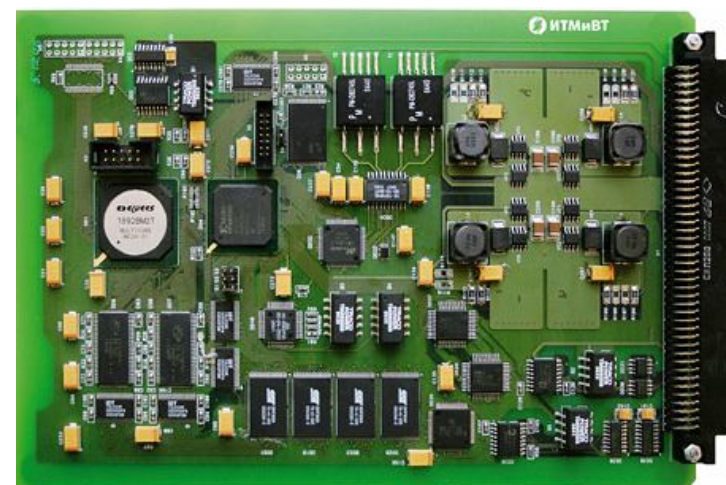
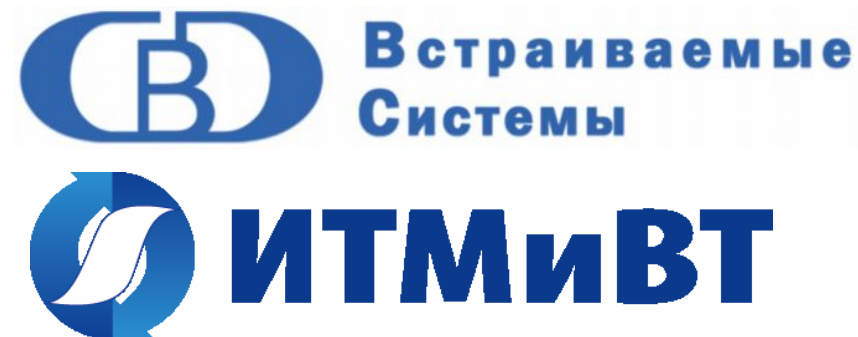


Процессорный модуль ИТМиВТ и QNX

Пакет поддержки (QNX BSP) для
процессорного модуля ИТМиВТ –
совместная разработка
«СВД Встраиваемые Системы»
ФГУП «ИТМиВТ им. С. А. Лебедева »

Состав QNX BSP: 

- IPL
- Модуль Startup
- Драйвера внешнего UART контроллера, CAN и ARINC, MIL, QSPI
- ETFS драйвера основной и параметрической флэш-памяти



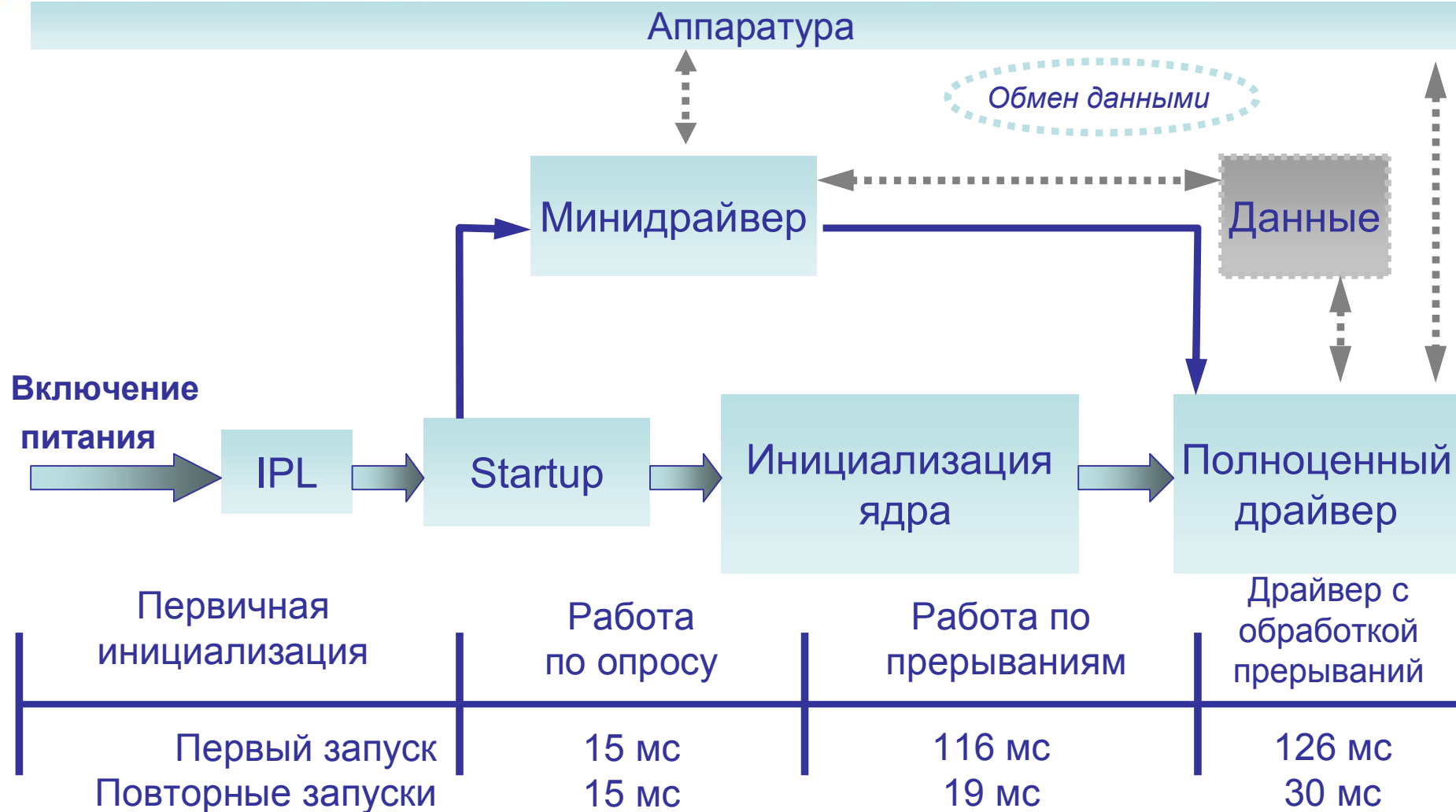
Процессорный модуль ИТМиВТ и технологии QNX

Применяемые технологии и драйвера QNX для модуля ИТМиВТ

- ❖ Запуск QNX из загрузочной флэш-памяти
- ❖ Технологии быстрого старта:
 - Минидрайвера
 - Повторное использование образа
- ❖ Драйвера для интерфейсов связи:
 - RS232
 - CAN
 - ARINC
 - MIL
 - QSPI
- ❖ Программная эмуляция операций с плавающей точкой с помощью библиотеки QNX
или
- ❖ Библиотека для выполнения операций на DSP ядре

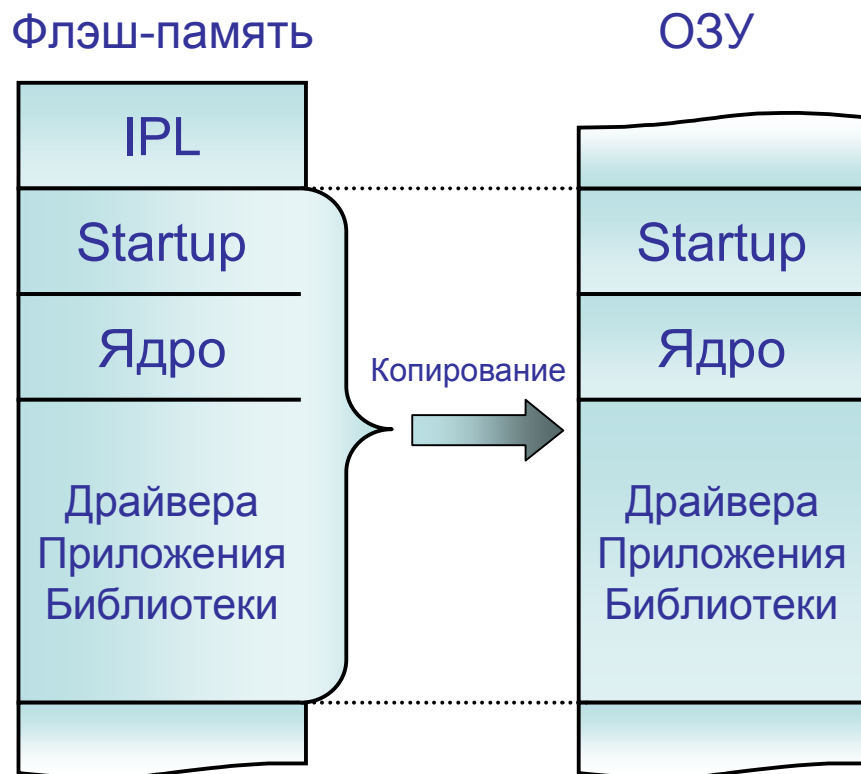


Процесс загрузки QNX 6 с минидрайвером

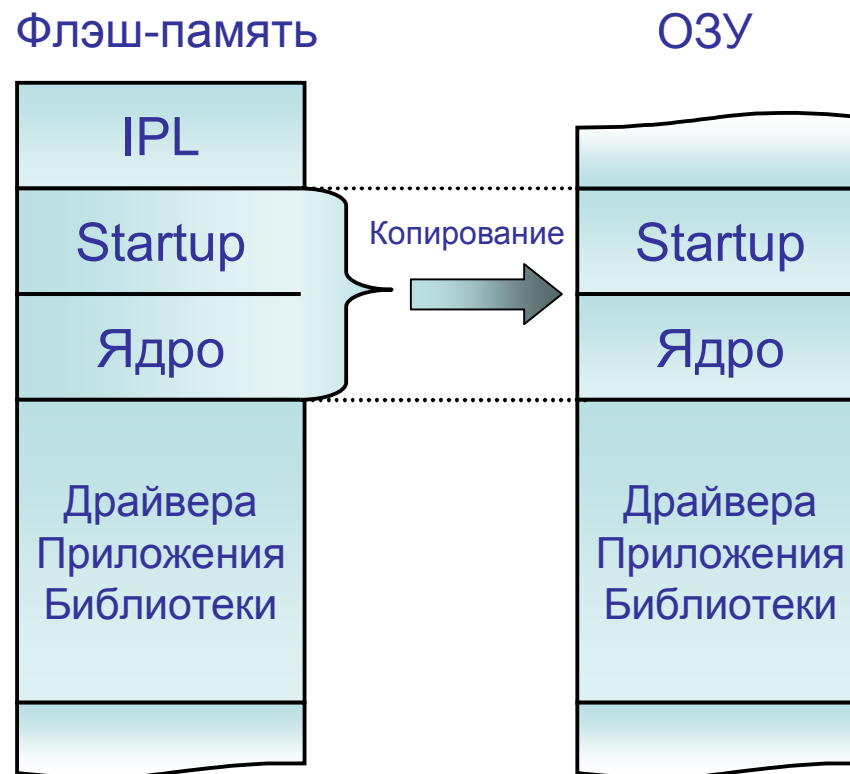


Повторное использование образа QNX

Первый запуск



Повторный запуск



Примеры применений МС-24

Конвертор авиационных интерфейсов.

Предназначен для реализации функций управления, диагностики и информационного обмена в бортовых и наземных системах управления.



Блок сбора бортовой информации СБИ-С5 .

Предназначен для регистрации контрольной информации о рабочих параметрах двигателя в ходе летно-конструкторских испытаний



Контроллер БПОИ «Вектор» и QNX

Контроллер БПОИ «Вектор» на базе 1892BM2Я (MC24) производства ГУП НПЦ ЭЛВИИС

- 64 Мб ОЗУ
- флэш-память 512 Кб
- контроллер шины PCI
- отладка с помощью адаптера JTAG-EPP

Поддержка в QNX:

- IPL
- Модуль Startup
- Драйвер внешнего UART контроллера
- загрузка QNX из встроенной флэш-памяти
- загрузка образа QNX через шину PCI
- документация по ГОСТ



Перспективные разработки

Первый отечественный
однокристальный коммуникационный
процессор серии

"Навиком" NVCom-01



со встроенной функцией 48-канальной
ГЛОНАСС/GPS навигацией.

- 0.13-мкм проектные нормы
- Тактовая частота: до 300 МГц
- Два сдвоенных DSP ядра
 - Пиковая производительность, не менее 3.6 GFLOPs 32-битных операций с плавающей точкой
- Многоканальный навигационный коррелятор
- Отечественная элементная база



Спасибо за внимание!



**Встраиваемые
Системы**

ООО «СВД Встраиваемые Системы»

Сайт: www.kpda.ru

**Центральный офис:
196066, г. Санкт-Петербург,
Московский проспект, д. 212 А**

тел.: (812) 373-41-17

факс: (812) 373-19-07

**Технический офис:
191014, г. Санкт-Петербург,
ул. Госпитальная, д.3**

тел.: (812) 578-02-45