BSP и встраивание
Методология встраивания ОС QNX

Трофимов Александр
SWD Software Ltd.

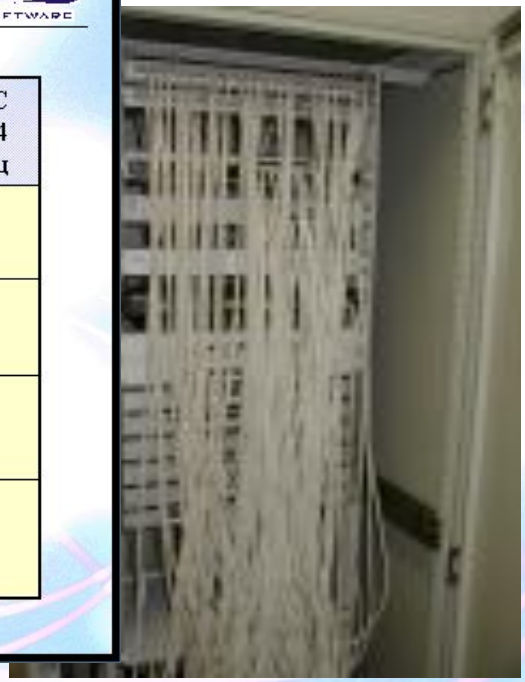
QNX - ОС жесткого реального времени

Параметр \ CPU	Pentium II 233 МГц	Pentium II 350 МГц	PowerPC MTX604 300 МГц
Время реакции на прерывание, мкс	2.08	1.20	0.96
Время постановки потока на выполнение, мкс	5.46	4.18	4.65
Время отработки вызова ядра (sched_yield), мкс	1.62	1.30	1.85
Переключение контекста между потоками одного процесса, мкс	2.33	1.87	1.9

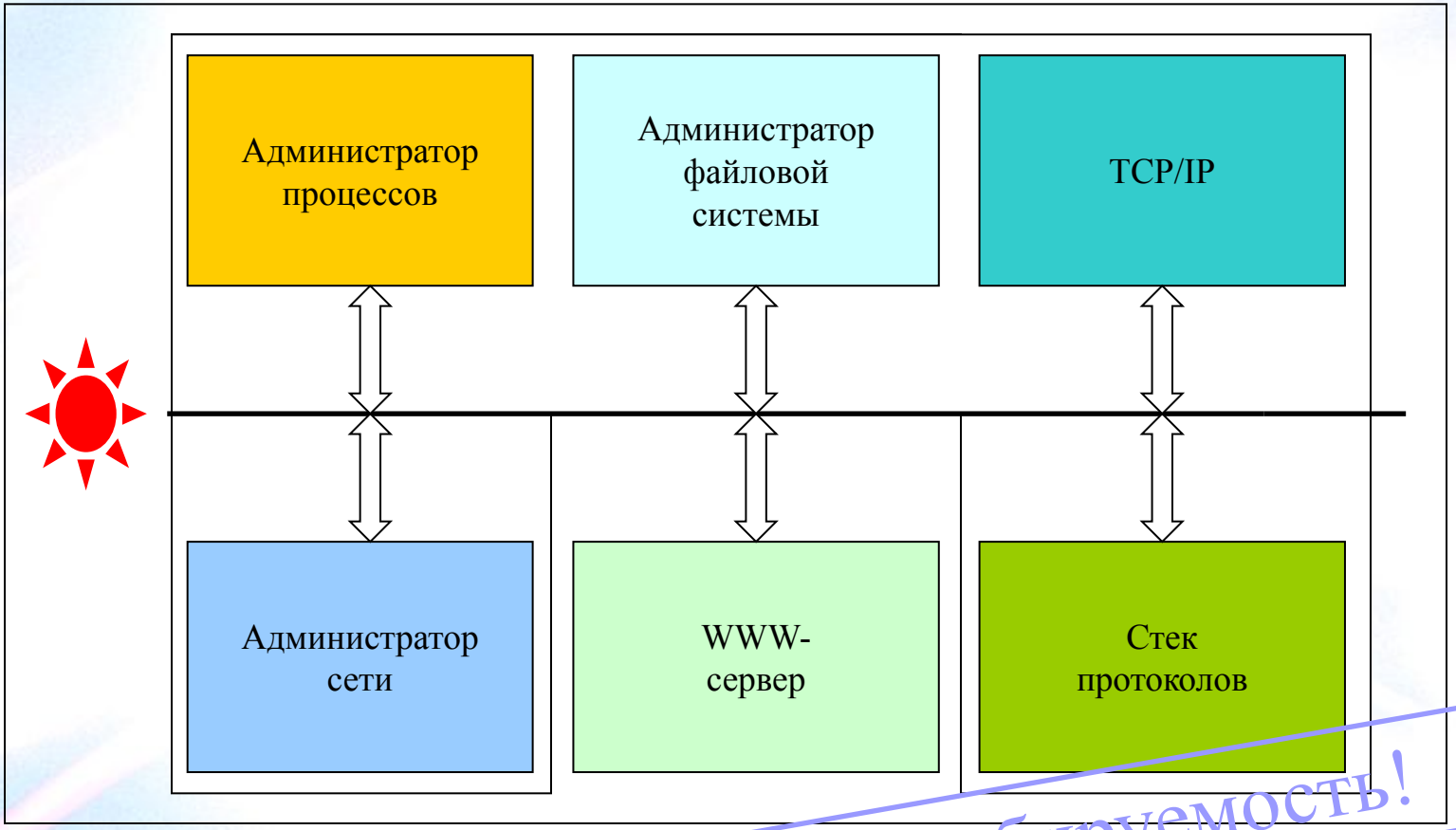
QNX – ОС жесткого реального времени

QNX - ОС жесткого реального времени

Параметр \ CPU	Pentium II 233 МГц	Pentium II 350 МГц	PowerPC MTX604 300 МГц
Время реакции на прерывание, мкс	2.08	1.20	0.96
Время постановки потока на выполнение, мкс	5.46	4.18	4.65
Время отработки вызова ядра (sched_yield), мкс	1.62	1.30	1.85
Переключение контекста между потоками одного процесса, мкс	2.33	1.87	1.9



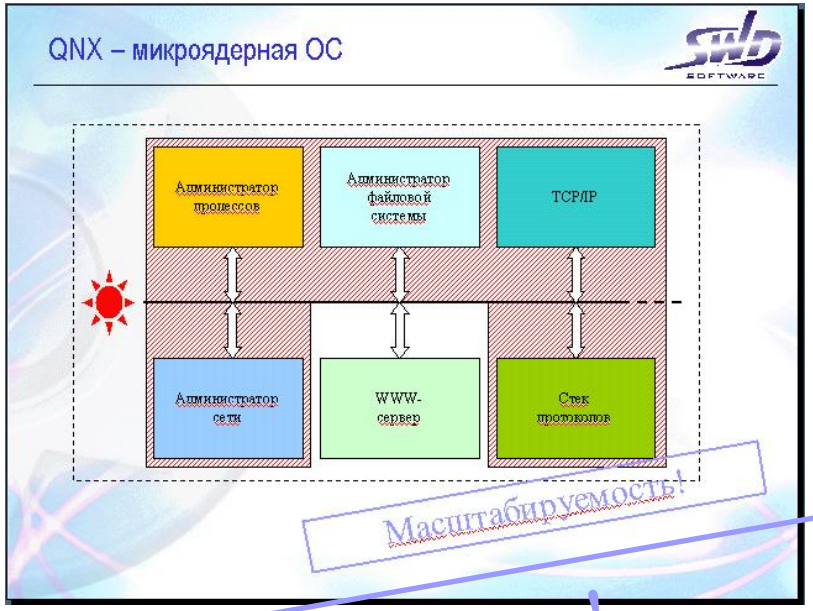
QNX – микроядерная ОС



Масштабируемость!

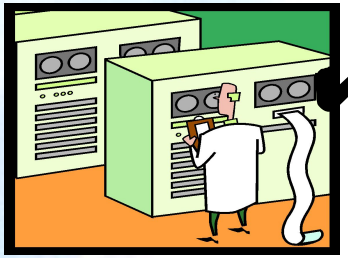
QNX и встраивание

- Гибко масштабируется
- Сохраняет ключевые свойства даже в минимальных конфигурациях
- QNX – многоплатформенная ОС
- QNX – ОС жесткого реального времени

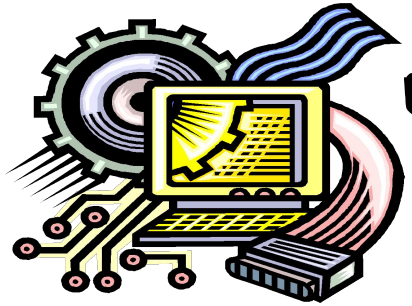


Встраиваемость!

Требования к промышленному оборудованию



✔ Особые требования к габаритам и энергопотреблению



✔ Особые требования к конструктивному исполнению

✔ Особые требования к вибро-, термо-, и удароустойчивости

Особенности промышленного оборудования

- Базируются на различных процессорных платформах (PowerPC, ARM, x86 и т.д.)
- Обладают ограниченными ресурсами
- Обычно оснащены flash-носителями данных (DiskOnChip, Compact Flash, Onboard flash chip)

Пакеты поддержки плат (BSP)

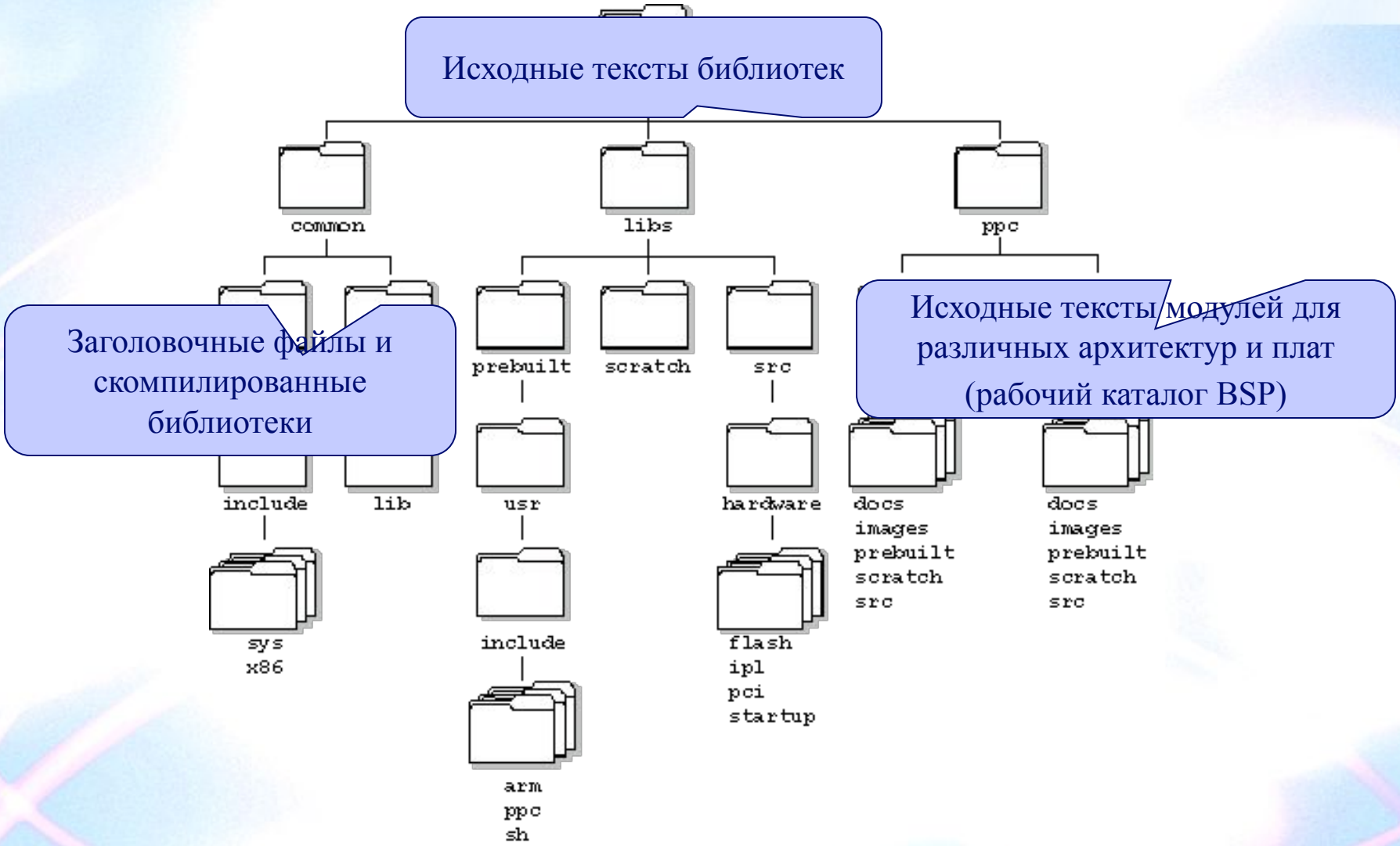
+

BSP

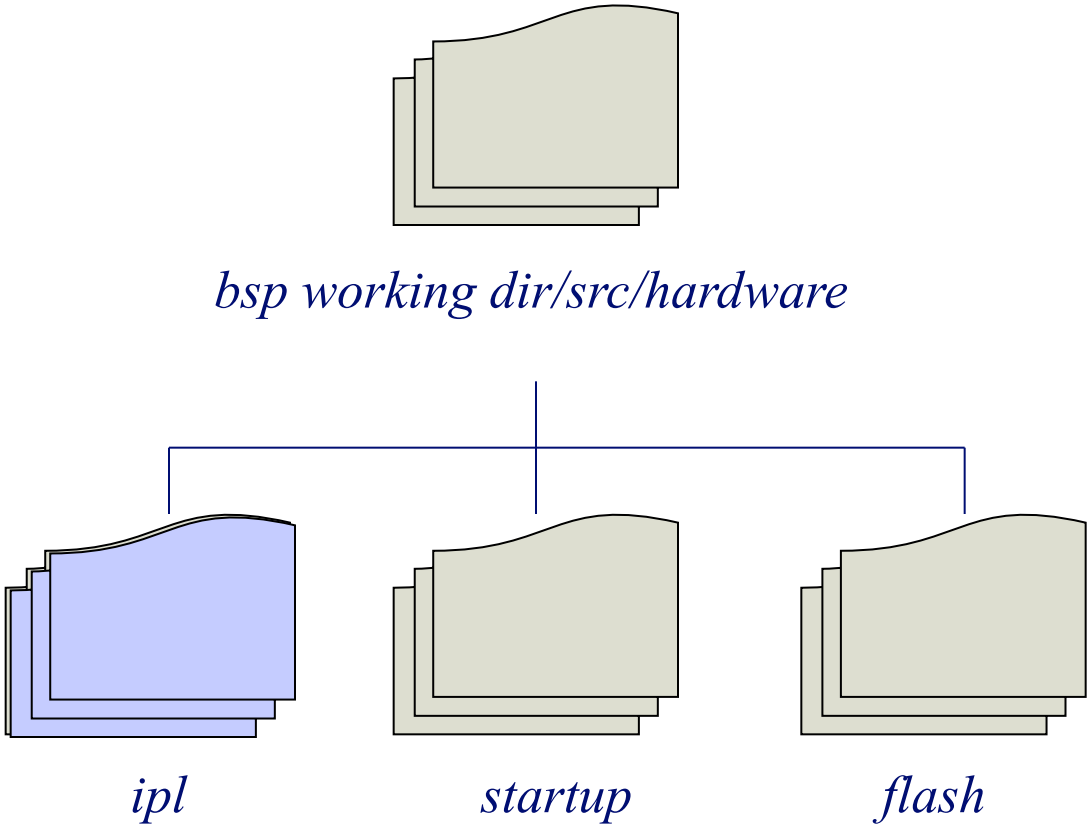
Пакет поддержки плат – продукт, содержащий все необходимые компоненты для установки и работы QNX на определенной процессорной плате

- ✔Модуль первоначального загрузчика IPL
- ✔Startup модуль
- ✔Модуль поддержки файловой системы на флеш-носителе
- ✔PCI сервер

Структура BSP



Рабочий каталог BSP



IPL

IPL размещается на векторе сброса процессора, при передаче ему управления производит следующие действия:

- ✔ Минимальная инициализация оборудования;
- ✔ Загрузка образа ОС из носителя данных в ОЗУ;
- ✔ Определение адреса ОЗУ, по которому размещается загруженный образ ОС;
- ✔ Копирование startup-модуля в ОЗУ;
- ✔ Передача управления startup-модулю;

Структура IPL

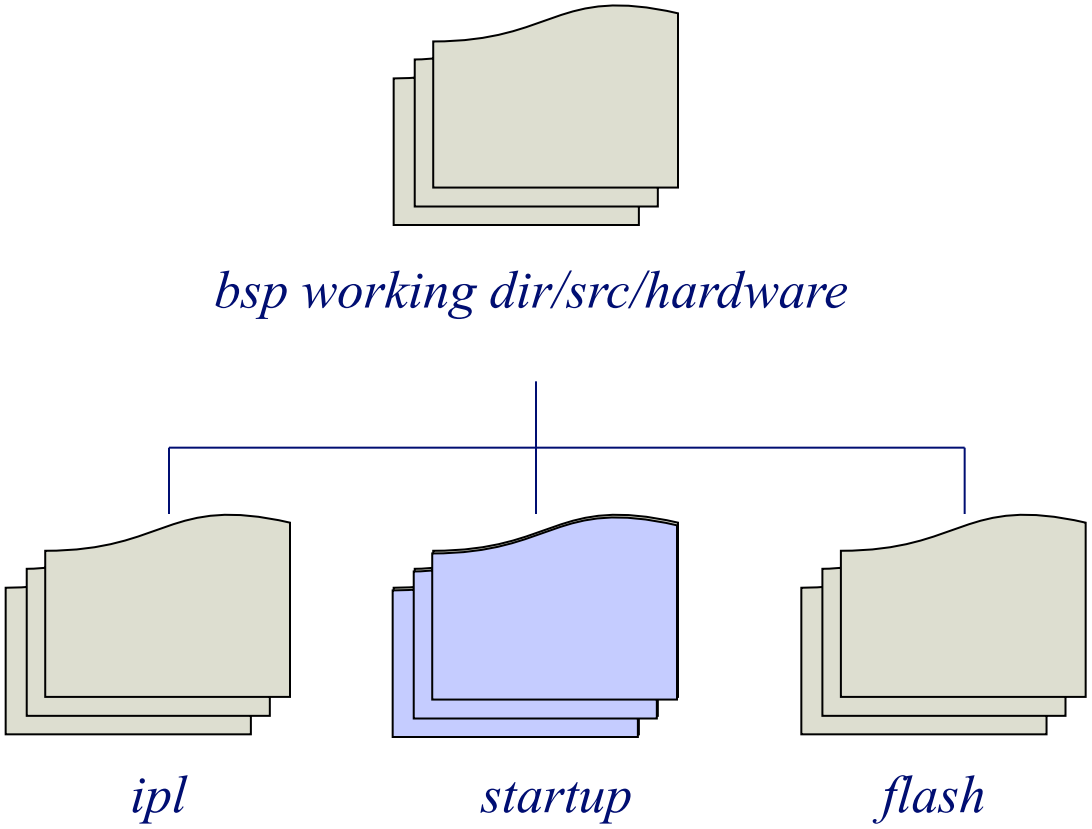
Ассемблерный код
main() {
image_download_hw()
image_scan()
image_setup()
image_start()
}

- init_myboard.s

- main.c

Большая часть кода IPL – это вызовы библиотечных функций IPL library

Рабочий каталог BSP



Startup-модуль

Startup-модуль – это самая первая программа в загружаемом образе Neutrino. Она получает управление от IPL и выполняет следующие действия:

- ✔ “Доинициализация” оборудования;
- ✔ Сбор информации о системе и заполнение специальной структуры данных, так называемой system page;
- ✔ Инициализация callout-ов микроядра;
- ✔ Загрузка следующей программы из образа и передача ей управления;

Структура Startup-модуля

Global variables

main()

{

Call add_callout_array()

Argument parsing (Call handle_common_option())

Call init_raminfo()

Remove ram used by modules in the image

if (virtual) Call init_mmu() to initialize the MMU

Call init_intrinfo()

Call init_qtime()

Call init_cacheattr()

Call init_cpuinfo()

Set hardware machine name

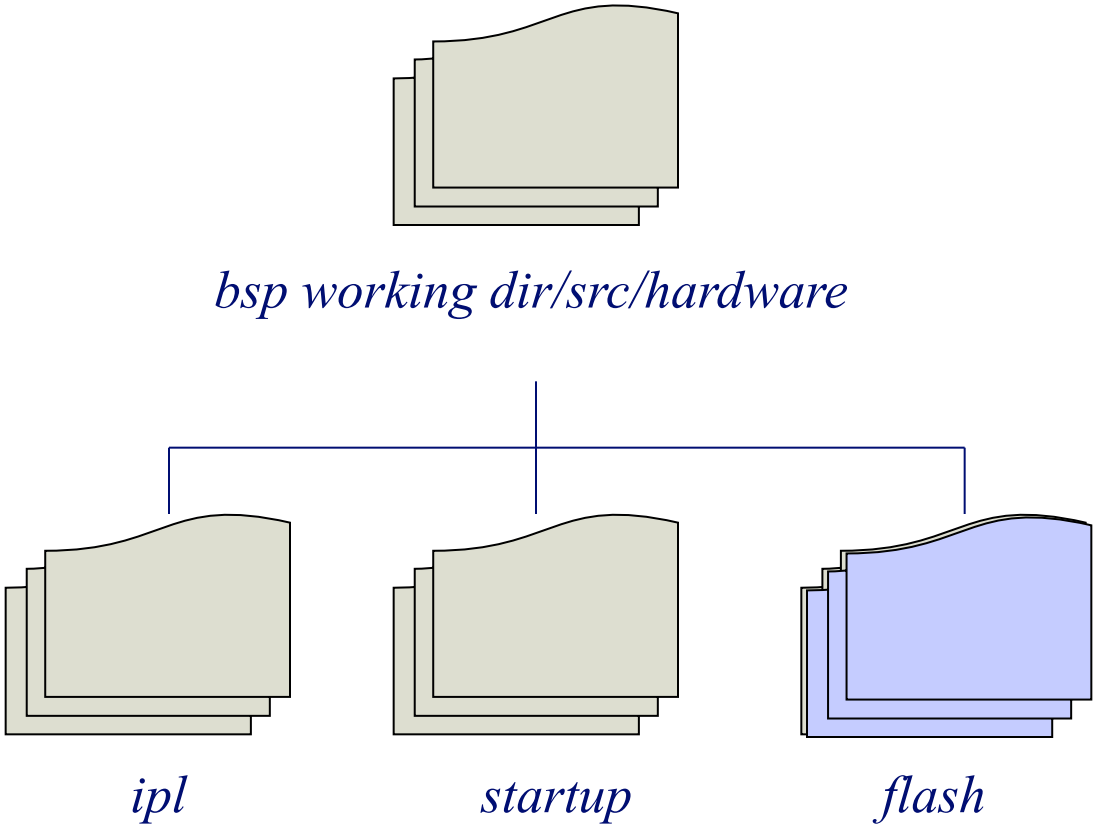
Call init_system_private()

Call print_syspage() to print debugging output

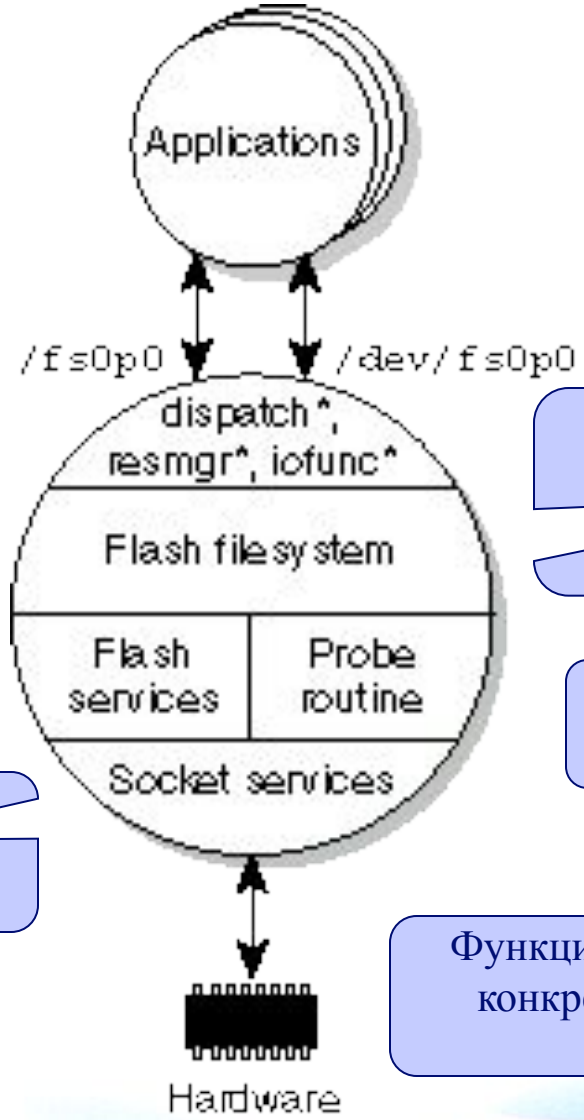
}

Как и в IPL большая часть кода – вызовы библиотечных функций startup-library для опроса конфигурации оборудования, инициализации system page, загрузки в ОЗУ следующего процесса из образа ОС, переключения процессора в защищенный режим

Рабочий каталог BSP



Драйвер встроенной файловой системы



Содержит основную логику flash filesystem. Доступ к оборудованию осуществляется при помощи нижележащих компонентов. Находится в библиотеке libfs-flash.a

Как менеджер ресурсов драйвер должен обрабатывать все стандартные сообщения

Определение размера flash массива

Инициализация и адресация flash устройств

Функции записи и стирания для конкретного flash устройства (MTD)

Структура драйвера файловой системы

```
int main(int argc, char **argv) {
int error;
static f3s_service_t service[]= {
……................................
};
static f3s_flash_t flash[]= {
……................................
}
/* init f3s */
F3s_init(argc, argv, flash);
/* start f3s */
error=f3s_start(service, flash);
return error;
}
```

Данный код реализуется исходя из особенностей доступа и адресации flash устройства

Для ряда flash чипов данный код реализован в MTD (libmtd-flash.a) библиотеке из состава BSP

Библиотека MTD

В библиотеке libmtd-flash.a реализованы функции MTD уровня для некоторых flash чипов различных производителей:

- AMD
- Intel
- Sharp
- Fujitsu
- Псевдоустройства (например, оперативная память)

В общей сложности более 120 устройств

Пакеты поддержки плат

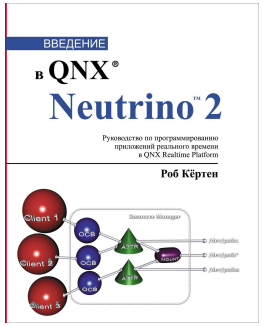
- ✔В состав комплекта разработчика QNX Momentics 6.2.1 **PE** входит более 17 BSP для более чем 25 процессорных плат;
- ✔Список доступных BSP постоянно расширяется;

Fastwel CPU686E - Стартовый комплект

Процессорн предустановленной средой исполнения QNX, разъемы, кабели

Бесплатно!

Комплект разработчика QNX Momentics PE/SE



Литература и инстру на русском языке, документация, учебные видеоролики

Бесплатно!

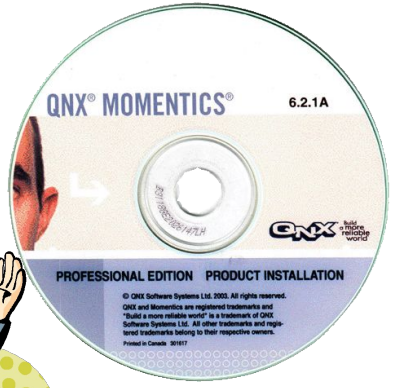
Стартовый комплект = готовый набор инструментов для разработки ПО

BSP и встраивание
Практические приемы

Трофимов Александр
SWD Software Ltd.

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

IBM PPC 405GP Walnut



В состав QNX Momentics 6.2.1 входит BSP для IBM PPC 405GP Walnut

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

BSP для IBM PPC 405GP (Walnut) входит в состав QNX Momentics 6.2.1 и состоит из следующих компонентов:

- ✔ IPL модуль с исходными кодами;
- ✔ Startup модуль с исходными кодами;
- ✔ PCI сервер с исходными кодами;
- ✔ Сценарии загрузочных образов системы;
- ✔ Исчерпывающая документация;

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

Установив QNX вместе с BSP для Walnut на инструментальной машине, можно выбирать различные варианты дальнейшей работы с целевой системой:

- ✔ Загрузка по протоколу bootp;
- ✔ Загрузка при помощи IPL;

Из компонентов BSP собирается загрузочный образ целевой системы.

На инструментальной системе настраиваются bootp и tftp сервер для передачи образа целевой системе.

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

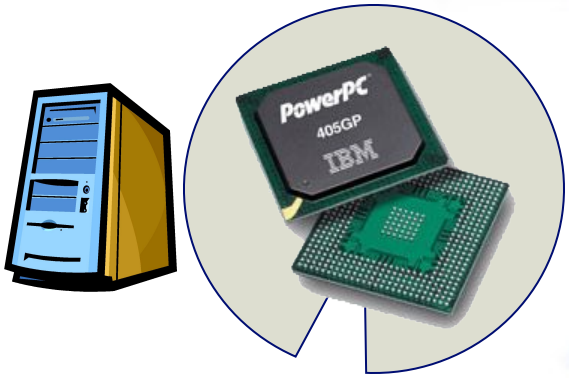
Инструментальная система

Целевая система

Ethernet

Соединение

Нуль-модемное соединение
COM портов



- ✔Через последовательное соединение конфигурируется ROM Monitor целевой системы;
- ✔Передается образ по сети;

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

ttyp0: qtalk

```
405GP 1.13 ROM Monitor (4/7/00)

 -------------------- System Info ----------------------
 Processor          = 405GP,    PVR: 40110082
 Processor speed    = 200 MHz
 PLB speed          = 100 MHz
 OPB speed          = 50 MHz
 Ext Bus speed      = 50 MHz
 PCI Bus speed      = 33 MHz (Sync)
 Amount of SDRAM    = 32 MBytes
 Internal PCI arbiter enabled
 -------------------------------------------------------

 --- Device Configuration ---
 Power-On Test Devices:
   000  Disabled  System Memory [RAM]
   001  Enabled   Ethernet      [ENET]
   004  Enabled   Serial Port 2 [S2]
 ----------------------------
 Boot Sources:
   001  Enabled   Ethernet      [ENET]
                  local=192.168.3.34  remote=192.168.3.32  hwaddr=0004ace30f97
   004  Disabled  Serial Port 2 [S2]
                  local=8.1.1.2  remote=255.255.255.255  hwaddr=ffffffffffff
   005  Disabled  Serial Port 1 [S1]
 ----------------------------
 Debugger: Disabled
 ----------------------------
  1 - Enable/disable tests
  2 - Enable/disable boot devices
  3 - Change IP addresses
  4 - Ping test
  5 - Toggle ROM monitor debugger
  6 - Toggle automatic menu
  7 - Display configuration
  8 - Save changes to configuration
  9 - Set baud rate for s1 boot
  A - Enable/disable I cache (Disabled)
  B - Enable/disable D cache (Enabled )
  0 - Exit menu and continue
->_
```

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

ttyp0: qtalk

```
 Ext Bus speed      = 50 MHz
 PCI Bus speed      = 33 MHz (Sync)
 Amount of SDRAM    = 32 MBytes
 Internal PCI arbiter enabled
 ---------------------------------------------------------

 --- Device Configuration ---
 Power-On Test Devices:
   000  Disabled  System Memory [RAM]
   001  Enabled   Ethernet      [ENET]
   004  Enabled   Serial Port 2 [S2]
 ----------------------------
 Boot Sources:
   001  Enabled   Ethernet      [ENET]
                  local=192.168.3.34  remote=192.168.3.32  hwaddr=0004ace30f97
   004  Disabled  Serial Port 2 [S2]
                  local=8.1.1.2  remote=255.255.255.255  hwaddr=ffffffffffff
   005  Disabled  Serial Port 1 [S1]
 ----------------------------
 Debugger: Disabled
 ----------------------------
  1 - Enable/disable tests
  2 - Enable/disable boot devices
  3 - Change IP addresses
  4 - Ping test
  5 - Toggle ROM monitor debugger
  6 - Toggle automatic menu
  7 - Display configuration
  8 - Save changes to configuration
  9 - Set baud rate for s1 boot
  A - Enable/disable I cache (Disabled)
  B - Enable/disable D cache (Enabled )
  0 - Exit menu and continue
->3
---   CHANGE IP ADDRESS   ---
 Device List:
   001  Enabled   Ethernet      [ENET]
                  local=192.168.3.34  remote=192.168.3.32  hwaddr=0004ace30f97
   004  Disabled  Serial Port 2 [S2]
                  local=8.1.1.2  remote=255.255.255.255  hwaddr=ffffffffffff
 ----------------------------
select device to change ->_
```

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

ttyp0: qtalk

```
                    local=192.168.3.34  remote=192.168.3.32  hwaddr=0004ace30f97
   004  Disabled   Serial Port 2 [S2]
                    local=8.1.1.2  remote=255.255.255.255  hwaddr=ffffffffffff
 ----------------------------
select device to change ->00
  1 - Change local address
  2 - Change remote address
  0 - Return to main menu
->0
  1 - Enable/disable tests
  2 - Enable/disable boot devices
  3 - Change IP addresses
  4 - Ping test
  5 - Toggle ROM monitor debugger
  6 - Toggle automatic menu
  7 - Display configuration
  8 - Save changes to configuration
  9 - Set baud rate for s1 boot
  A - Enable/disable I cache (Disabled)
  B - Enable/disable D cache (Enabled )
  0 - Exit menu and continue
->4
---    PING TEST    ---
 Device List:
   001  Enabled    Ethernet      [ENET]
                    local=192.168.3.34  remote=192.168.3.32  hwaddr=0004ace30f97
   004  Disabled   Serial Port 2 [S2]
                    local=8.1.1.2  remote=255.255.255.255  hwaddr=ffffffffffff
 ----------------------------
select device to ping ->1
ENET Speed is 100 Mbs...
FULL duplex connection
Using [ENET] to ping.  press any key to stop.
PING 192.168.3.32 56 data bytes
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=0 ttl=255 time=6 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=1 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=2 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=3 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=4 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=5 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=6 ttl=255 time=3 ms
```

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

ttyp0: qtalk

```
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=2 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=3 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=4 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=5 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=6 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=7 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=8 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=9 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=10 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=11 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=12 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=13 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=14 ttl=255 time=3 ms
--- 192.168.3.32 ping statistics ---
15 packets transmitted, 15 packets received, 0% packet loss
  1 - Enable/disable tests
  2 - Enable/disable boot devices
  3 - Change IP addresses
  4 - Ping test
  5 - Toggle ROM monitor debugger
  6 - Toggle automatic menu
  7 - Display configuration
  8 - Save changes to configuration
  9 - Set baud rate for s1 boot
  A - Enable/disable I cache (Disabled)
  B - Enable/disable D cache (Enabled )
  0 - Exit menu and continue
->0

EMAC Ethernet Test OK.
Serial Port 2 [S2] test complete - TEST PASSED
Booting from [ENET] Ethernet      ...
MAL error occured.... ISR = c0100010 UIC = = 2a0000  MAL_DEF = 2e0000  MAL_ERR=
 260000
ENET Speed is 100 Mbs...
FULL duplex connection
Sending bootp request ...


Loading file "/tftpboot/walnut.ifs" ...
Sending tftp boot request ...
_block  358
```

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

ttyp0: qtalk

```
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=6 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=7 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=8 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=9 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=10 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=11 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=12 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=13 ttl=255 time=3 ms
68 bytes from 192.168.3.32: icmp_seq=14 ttl=255 time=3 ms
--- 192.168.3.32 ping statistics ---
15 packets transmitted, 15 packets received, 0% packet loss
  1 - Enable/disable tests
  2 - Enable/disable boot devices
  3 - Change IP addresses
  4 - Ping test
  5 - Toggle ROM monitor debugger
  6 - Toggle automatic menu
  7 - Display configuration
  8 - Save changes to configuration
  9 - Set baud rate for s1 boot
  A - Enable/disable I cache (Disabled)
  B - Enable/disable D cache (Enabled )
  0 - Exit menu and continue
->0

EMAC Ethernet Test OK.
Serial Port 2 [S2] test complete - TEST PASSED
Booting from [ENET] Ethernet      ...
MAL error occured.... ISR = c0100010 UIC = = 2a0000  MAL_DEF = 2e0000  MAL_ERR=
 260000
ENET Speed is 100 Mbs...
FULL duplex connection
Sending bootp request ...


Loading file "/tftpboot/walnut.ifs" ...
Sending tftp boot request ...
Transfer Complete ...
Loaded successfully ...
Entry point at 0x3177c ...
Welcome to Neutrino on the PPC 405 board
# _
```

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

Установив QNX вместе с BSP для Walnut на инструментальной машине, можно выбирать различные варианты дальнейшей работы с целевой системой:

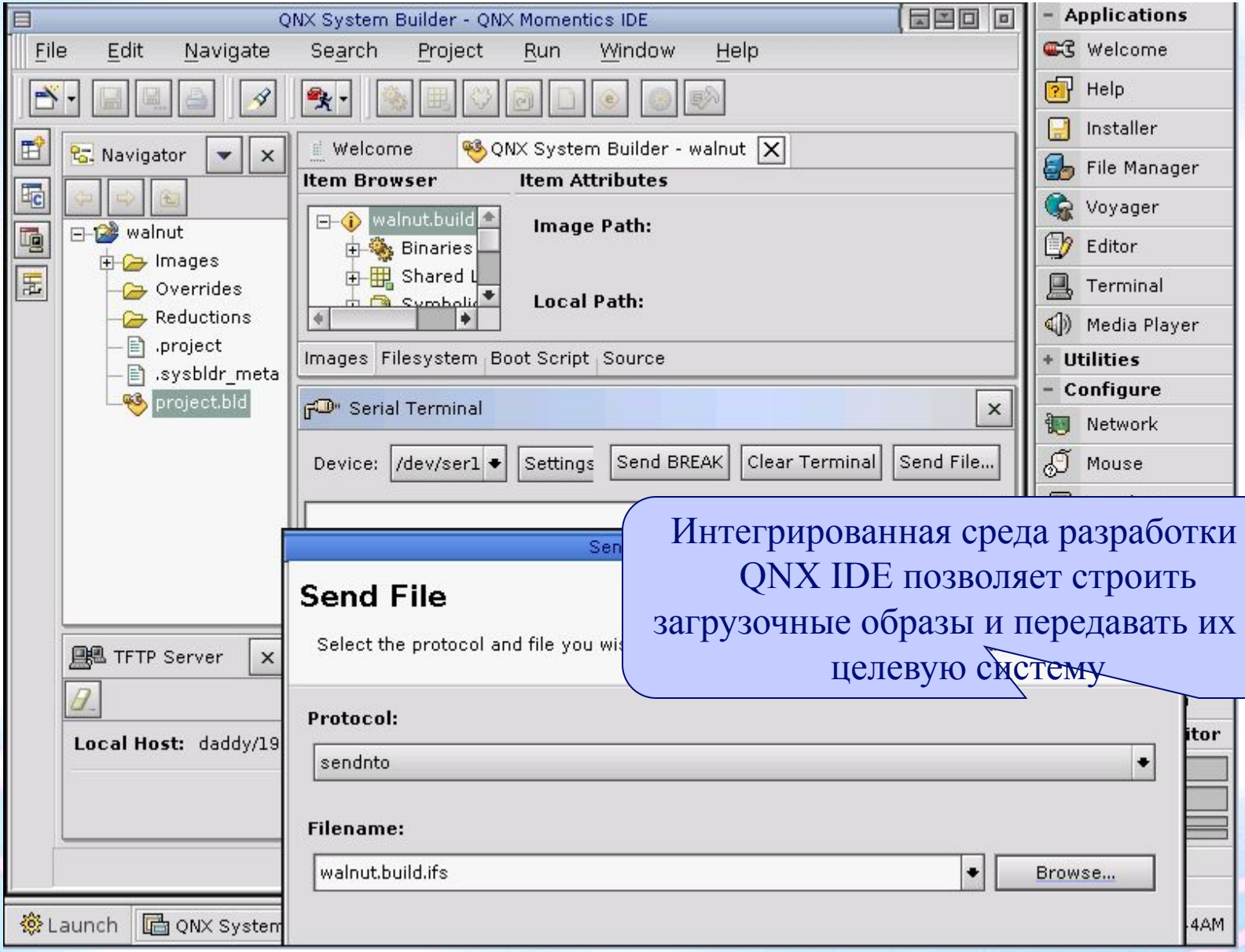
- ✔ Загрузка по протоколу bootp;
- ✔ Загрузка при помощи IPL;

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut

Walnut оснащен 29f040 совместимым flash массивом емкостью 512K. Изначально в нем прошит код ROM Monitor’a. При помощи СППЗУ программатора в массив можно прошить код для загрузки QNX несколькими способами:

- ✔ В массив прошивается только код IPL, сконфигурированный таким образом, чтобы загружать образ по последовательному соединению по протоколу sendnto;
- ✔ В массив прошивается как IPL, так и загрузочный образ системы. Размер массива накладывает ограничение на размер загружаемого образа в 504K;

Пример №1 – IBM PPC 405GP Walnut



Интегрированная среда разработки – QNX IDE позволяет строить загрузочные образы и передавать их на целевую систему

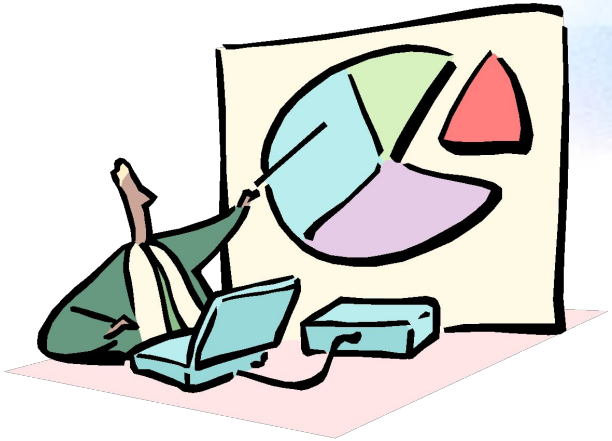
Fastwel CPU686E

Пример №2 – Fastwel CPU686E

- ✔Специалистами SWD Software Ltd. был разработан пакет поддержки Fastwel CPU686E для QNX Neutrino;
- ✔SE пользователям пакет предоставляется в виде исполняемых модулей, пользователям PE пакет предоставляется вместе с исходными текстами;

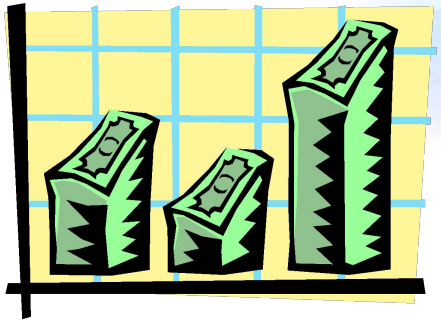
Пример №2 – Fastwel CPU686E

При разработке пакета поддержки Fastwel CPU686E для QNX Neutrino были проанализированы следующие характеристики целевой системы:



- ✔ Fastwel CPU686E построена на платформе x86;
- ✔ Fastwel CPU686E оснащена BIOS;
- ✔ Fastwel CPU686E оснащена 8 Мб NAND Flash массивом;

Пример №2 – Fastwel CPU686E



Результаты анализа

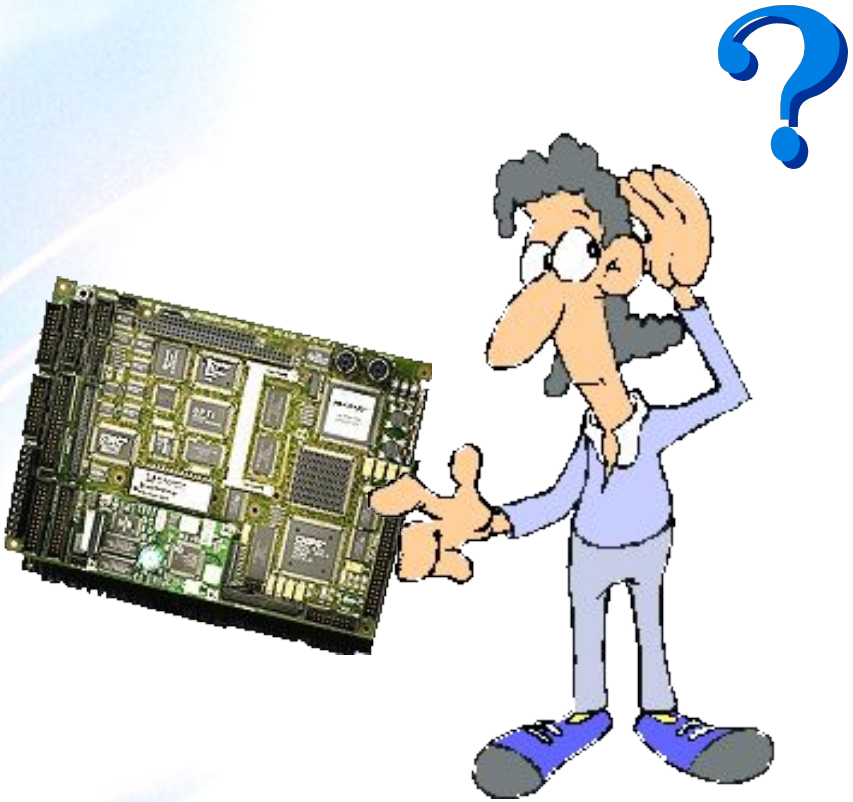
- За основу пакета можно взять наиболее «близкий» к Fastwel BSP для платы Elan SC400;
- В качестве PCI сервера можно использовать стандартный pci-bios;
- Startup модуль из BSP для Elan SC400 полностью подходит для Fastwel CPU686E;
- Доступ к NAND Flash массиву осуществляется через порты ввода-вывода, а не через окно памяти;
- MTD функции для NAND Flash массива не реализованы в MTD библиотеке BSP;

Пример №2 – Fastwel CPU686E

Что нужно сделать

- ✔ Добавить в MTD библиотеку функции MTD для работы с NAND Flash;
- ✔ Поскольку доступ к Flash осуществляется через порты ввода-вывода, необходимо переписать функции flash services;
- ✔ В IPL реализовать способ считывания образа QNX Neutrino в оперативную память с Flash массива;

Пример №3 – Некая гипотетическая плата



- ✔ В общем случае программную и аппаратную часть системы создают разные группы разработчиков;
- ✔ При выборе аппаратной части необходимо обратить особое внимание на программно-аппаратную совместимость;

Алгоритм выбора платы

Пример №3 – Некая гипотетическая плата

Мастер-класс **Игоря Мазанова**, посвященный вопросам **«программно-аппаратной совместимости в ОС QNX»**, состоится 20 сентября 2003 в 13:30 в зале «CARAMEL»

Когда плата уже выбрана

- ✔ Проверить наличие готового BSP для данной платы;
- ✔ Если нет, сравнить выбранную плату с теми, для которых существует готовый BSP, и найти среди них наиболее «близкую»;
- ✔ Взять BSP для «близкой» платы за основу проекта;
- ✔ Проанализировать различия между данной и «близкой» платой;
- ✔ Доработка модулей «близкого» BSP, требующих модификации;

Анализ различий

- ✔ Алгоритм загрузки;
- ✔ Совместимость PCI контроллера;
- ✔ Наличие onboard flash накопителя;
- ✔ Поддержка данного flash накопителя библиотекой MTD;
- ✔ Метод доступа к onboard flash;
- ✔ Оборудование, которое необходимо инициализировать на различных этапах загрузки;

Спасибо!

SWD Software Ltd.
Официальный дистрибьютор
QNX

196135, Санкт-Петербург,
пр. Юрия Гагарина 23
тел.: (812) 102-0833
тел.: (812) 373-0260
факс: (812) 373-0497
web: http://www.swd.ru/
e-mail: qnx@swd.ru