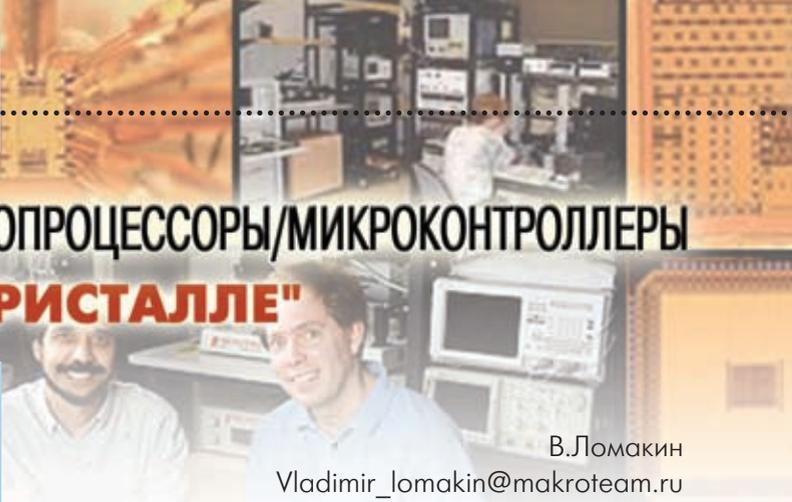


ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРЫ/МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ КЛАССА "СИСТЕМА НА КРИСТАЛЛЕ"

Сегодня все большую популярность у разработчиков приобретают компоненты, воплощающие концепцию "система на кристалле". Что же скрывается под этим термином? До сих пор четкого определения ему нет. Многие инженеры и специалисты по маркетингу подразумевают под ним микросхемы со сверхвысоким уровнем интеграции, содержащие на одном кристалле богатый набор различных функциональных модулей. Сам собой напрашивается немаловажный вывод – часто то, что в электронике называют "система на кристалле", на самом деле далеко не всегда является системой на одном кристалле. Что же необходимо для создания реальной системы на одном кристалле?

Для организации законченной микропроцессорной системы (например, для сетевых приложений, рис.1) процессору необходимы как минимум еще три внешних микросхемы – энергонезависимая память, системная оперативная память и Ethernet-тран-



В.Ломакин

Vladimir_lomakin@makroteam.ru

вер физического уровня. При выполнении всей системы на одном кристалле, т.е. при создании системы на одном кристалле

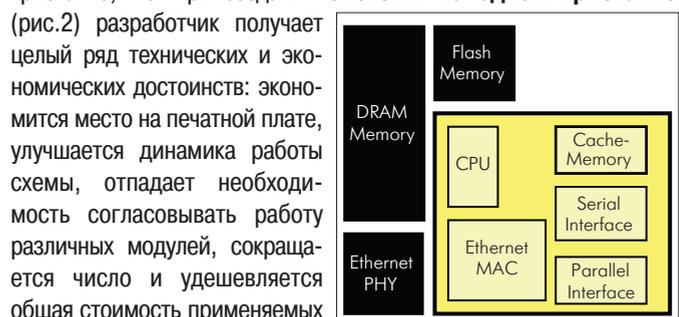


Рис.1. Архитектура микропроцессорной системы для сетевых приложений

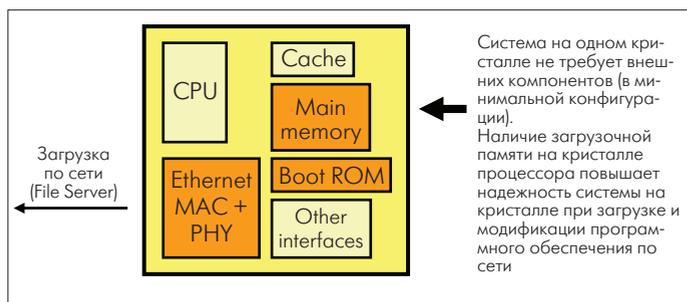
кристалле, рассмотрим основные микропроцессорные/микроконтроллерные платформы, реализующие эту концепцию (см. таблицу).

МИКРОПРОЦЕССОР HUNET32XS/S КОМПАНИИ HYPERSTONE

Компания Hyperstone, разработчик микросхем без собственных производственных мощностей, предлагает широкую номенклатуру

Параметры микропроцессоров/микроконтроллеров класса "система на кристалле"

Микропроцессор/микроконтроллер	Серия или семейство	Архитектура	Тактовая частота процессора, МГц	Шинный интерфейс (адреса/данных), бит	Длина команд, бит	Рабочее напряжение ядра/вывода, В	Типичное значение мощности на максимальной частоте, Вт	Режимы отключения питания, минимальная потребляемая мощность	DSP/поддержка аппаратных средств умножения, бит	Арифметики с плавающей запятой	Кэширование
Hyperstone www.hyperstone.com	HyNet32XS	E1-32XSR RISC	До 200	26/32	Переменная 16, 32, 48	1,8/3,3	1,7	Отключения, дежурный, спящий	32x32, 16x16	Программные средства	2-Кбайт программ/данных
Ubicom www.ubicom.com	IP4K	Ubicom	250	Программируемый ввод/вывод (см. последовательный/параллельный ввод/вывод)	32	1,2/2,5-3,3	575 мВт	Оперативное управление тактовой частотой, независимое управление входом/выводом и ФАПЧ	Одноцикловый 16x16+48-бит MAC	-	Нет. Одноцикловая схемная память программ/данных
NetSilicon www.netsilicon.com	NS9750	RISC	200	32/32	16, 32	1,5/3,3	1,7	-	Да	-	8/4 Кбайт программ/данных
Samsung Electronics www.samsungsemi.com	S3C2510A	16/32 бит ARM940T RISC	166	8/16/32	16, 32	1,8/3,3	-	Sleep, stop	-	-	4-Кбайт программ/данных
Atmel www.atmel.com	AT91RM9200	ARM920T	180	26/32	16, 32	1,65-1,95/1,65-3,6	60 мВт	3 мВт, idle, slow, standby разрешение индивидуальной синхронизации периферии	Да	-	10-Кбайт программ/данных
Freescale Semiconductor www.freescale.com	MCK5235	ColdFire	80-150	32/24	16, 32, 48	1,5/3,3	-	Да	Аппаратные средства деления, EMAC	-	Конфигурируемая 8 Кбайт
Infineon www.infineon.com	TC1130	TriCore v.1.3	150	32/16/8	16, 32	1,5/3,3	744 мВт	3 мВт, idle, sleep, deep sleep	Сдвоенный MAC с инвертированием разрядов с запятой, арифметический оператор, возвращающий остаток от деления двух целых чисел, пред/пост округление приращения	С одинарной точностью	16К/4 Кбайт программ/данных
Infineon-ADMTek	ADM5120	227 MIPS 4Kc	175	-	-	-	-	-	Фильтрация, управление полосой пропускания и обслуживание с двумя уровнями приоритета	-	8К/8К программ/данных



Система на одном кристалле не требует внешних компонентов (в минимальной конфигурации). Наличие загрузочной памяти на кристалле повышает надежность системы на кристалле при загрузке и модификации программного обеспечения по сети

Рис.2. Типовая структура системы на одном кристалле

32-бит микропроцессоров и микроконтроллеров класса "система на кристалле", выполненных на базе RISC/DSP-архитектуры E1-32X. Благодаря объединению возможностей RISC- и DSP-процессоров компании удалось добиться увеличения производительности не за счет повышения тактовой частоты, а благодаря применению АЛУ для выполнения обычных RISC-команд и команд цифровой обработки сигнала. Процессоры выполняют команды прозрачно для пользователя с высокой степенью параллелизма, совместно используя набор регистров. Программы для микропроцессоров с архитектурой E1-32X, в сравнении с программами большинства RISC-процессоров, занимают более чем вдвое меньший объем памяти. Большая часть команд выполняется за один тактовый цикл. Микросхемы семейства предназначены для промышленных установок автоматизации, строительной техники, средств безопасности, систем "интеллектуального" дома, причем применение этих микросхем позволяет обойтись без дополнительных DSP-устройств.

32-бит микропроцессоры серии HyNet32XS на базе E1-32XR-ядра сочетают эксплуатационную гибкость с большим числом встроенных функций и интерфейсов, необходимых для сетевых реше-

ний (рис.3). Производительность микросхем серии – 220 MIPS и до 880 MOPS, тактовая частота – 220 МГц. Максимальная мощность, потребляемая микросхемой при работе в неблагоприятных условиях, не превышает 1,7 Вт.

МИКРОПРОЦЕССОР IP3K КОМПАНИИ UBICOM

Микропроцессоры семейства IP3000 – революционная платформа, предложенная компанией Ubicom и отвечающая требованиям стандартов быстродействующих средств передачи данных и многофункциональных беспроводных устройств. Так, первая микросхема 32-бит микропроцессора IP3023-250 может использоваться в высокопроизводительных сетевых устройствах или оборудовании инфраструктуры беспроводных сетей стандартов 802.11a/b/g (маршрутизаторах, мостах и приёмопередатчиках беспроводной сети). Как утверждают разработчики, микропроцессоры IP3023 по производи-

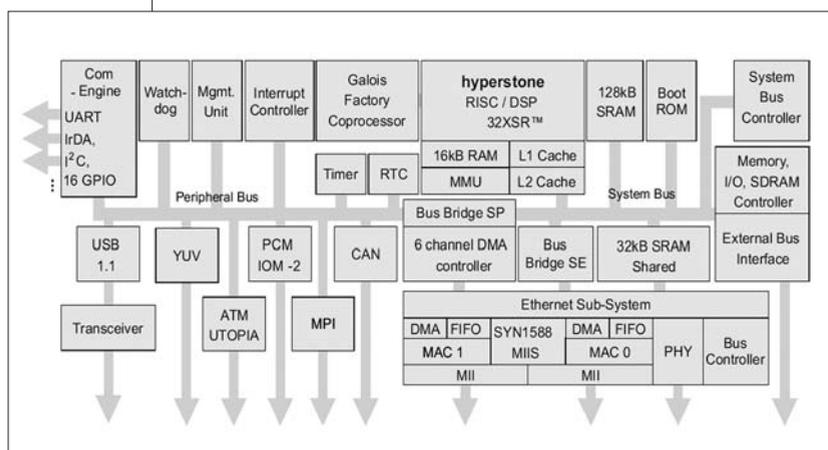


Рис.3. Блок-схема микропроцессора HyNet32XS/S

тельности в три раза превосходят сравнимые по составу системы на кристалле на базе ARM- и MIPS-ядер, а сопоставимые с ними по быстродействию процессоры намного дороже.

Тип внутрисхемной памяти, объем	DMA/контроллер памяти	MMU	Корпус (размер, мм)	Таймеры/ШИМ	Последовательный/параллельный ввод/вывод	Рабочий диапазон температур, °C	Примечание
16-Кбайт ОЗУ, 64-Кбайт СОЗУ, 16-Кбайт Совместно используемое СОЗУ 8-Кбайт загрузочное ПЗУ	Синхронное ДОЗУ, СОЗУ, flash, DMA с 6 независимыми конфигурируемыми каналами	64-входной буфер быстрого преобразования адреса 32 команд 32 данных	256-выводной TFPGA (17x17x1,4)	32-бит таймер, сторожевой таймер, часы реального времени	10/100 Ethernet, до 58 GPIO, 16 шин конфигурируемого последовательного ввода/вывода	0...85	Интерфейс PCI-шины с арбитром, DCI-сопроцессор, Ethernet-концентратор, PI-интерфейс, тактовая синхронизация в соответствии с IEEE 1588, YuV-интерфейс для ввода видеоданных, совместимых с CCIR656
256-байт СОЗУ (программ/данных) 64-Кбайт СОЗУ данных	Flash, синхронное ДОЗУ	-	228-выводной BGA (17x17)	Два 32-бит таймера, сторожевой таймер. Возможны дополнительные таймеры	Четыре MII-порта, два Serdes-порта (10GbT MAC/PHY, USB, GPMI, SPI, UART) программируемый ввод/вывод (PCMCIA, CF, IDE, MPEG-TS, PCI Ixk 802.11a/g, UART, SPI, I ² C, I ² S, AC97)	0...70	Восьмипотоковый режим работы без издержек переключения контекста, 32-бит генератор случайных цифр, поддержка интерфейсов программной реализацией ввода/вывода
-	Синхронное ДОЗУ	Да	352-выводной BGA (35x35)	16 программируемых 16- или 32-бит таймеров, сторожевой таймер, монитор и арбитр системной шины	50 GPIO, четыре программируемых последовательных портов (UART, HDLC, SPI основной/подчиненный), USB хост/ведомый, 10/100 Ethernet, 1284, PC, PCI/CardBus	0...85	Контроллер ЖКИ
-	ПЗУ/СОЗУ/flash, 2 банка синхронного ДОЗУ	Да	416-выводной PBGA (35x35)	Шесть 32-бит программируемых таймера, 30-бит сторожевой таймер	64 программируемых портов ввода/вывода, три UART, I ² C, двухпортовый полно/низкоскоростной USB хост с функцией USB хаба, PCI/CardBus	-40...85	DES/3DES криптомодуль
16-Кбайт СОЗУ	Синхронное ДОЗУ, компактная flash-память, Smart media, flash NAND-типа, статическая память	Да	208-выводной PQFP, 256-выводной BGA (15x15)	Шесть 16-бит таймеров, часы реального времени, сторожевой таймер	Ethernet, USB хост/устройство, MCI, UART, TWI, SPI, PS, 94 порта ввода/вывода	-40...85	Слежение в реальном времени
64-Кбайт СОЗУ	СОЗУ, синхронное ДОЗУ	-	256-выводной MAPBGA (17x17)	Четыре 32-бит таймера с DMA, 4 16- или 32-канальных улучшенных блока временной обработки с 64-Кбайт СОЗУ. (eTPU)	CAN 2.0B, 10/100 Ethernet (как опция), I ² C, три UART, QSPI	-40...85	Кодирование (по запросу), отладка фонового режима
144-Кбайт СОЗУ	8-, 16-, 32-бит бесшовный, групповой режим обмена данными, статическое ДОЗУ PC100, PC133	Да	208-выводной PLGBA (17x17)	Три 32-бит таймера, четыре 16-бит сторожевых таймера, системный таймер	Четыре CAN, 10/100 MII Ethernet, USB 1.1, три UART, два SPI, два I ² C, два MII, четыре 16-бит порта, 8-бит порт	-25...85	Два периферийных устройства управления электродвигателем
		Да	PQFP/BGA	-	100Base TX Ethernet PHY, USB хост, PCI/CardBus	-	Интегрированный пятипортовый коммутатор, TCP/IP акумулатор

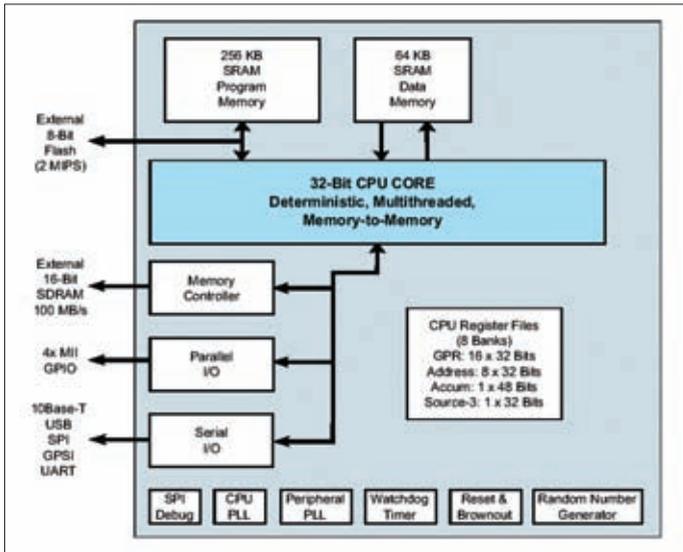


Рис.4. Блок-схема микропроцессора IP3023

Микропроцессоры IP3000 имеют так называемую многопоточную архитектуру ввода/вывода программного обеспечения (Multithreaded Architecture for Software I/O – MASI), специализированную для применения в сетевом беспроводном оборудовании. В микросхеме заложены такие возможности, как восьмипотоковый режим работы без издержек переключения контекста, характерных для обычных микропроцессоров (рис.4). Предусмотрен также режим пересылки команд между блоками памяти, что обеспечивает непосредственную полноскоростную обработку пакетов данных, хранимых в схемной памяти. Это, в свою очередь, позволяет обойтись без кэш-памяти и тем самым не только снизить стоимость процессора, но и избежать потери быстродействия из-за промаха кэша. В результате микропроцессор IP3023 обеспечивает скорость передачи, характерную для проводных систем. При этом он занимает лишь четверть площади кристалла обычных процессоров и позволяет на 90% сократить объем внешней памяти, требуемой для поддержки устройств с традиционной архитектурой и универсальной операционной системой.

Процессор IP3023 может работать как восемь отдельных устройств на частоте до 250 МГц с шагом 3,9 МГц. Ввод программного обеспечения может поддерживать до шести потоков. Архитектура микропроцессоров семейства позволяет интегрировать множество функций на кристалле как аппаратными, так и только программными средствами, в том числе поддержку интерфейсов 10/100 MII, 10Base-T Ethernet MAC/PHY, USB, GPS, Utopia, PCMCIA, IDE, PCM Highway и CardBus/Mini PCI-интерфейса, присутствующего в средствах мобильной связи стандартов 802.11a/g. Микропроцессор содержит ряд ключевых аппаратных блоков поддержки решений, необходимых для сетевой инфраструктуры, в том числе генератор случайных чисел, содействующий надежной реализации протоколов шифрования/защиты системы, а также устройство умножения с накоплением с фиксированной точкой, поддерживающее реализацию речевых/аудиокодексов и других задач обработки сигнала.

МИКРОПРОЦЕССОР NS9750 КОМПАНИИ NETSILICON

Компания NetSilicon известна отмеченным наградой семейством NET+ARM-микросхем, обеспечивающих для встроенных сетевых приложений решения на базе системы на кристалле. Благодаря формированию полнофункциональной системы на кристалле, включающей средства поддержки Ethernet-трансивера физического уровня и систем отображения информации, наличию устойчивой к ошибкам периферии и свободных средств обработки для приложений с самыми высокими требованиями к производительности стоимость микросхем семейства достаточно низка. А поскольку разработчик аппаратуры приобретает полностью интегрированное и испытанное решение, риски, связанные с созданием новых систем, сокращаются.

Микропроцессор NS9750 – самый мощный в семействе систем на кристалле NET+ARM. Он выполнен на базе ARM 9 ядра – ARM926EJ-S – с такими расширениями, как блок управления памятью (MMU), сигнальный процессор, Java-ускоритель, кэши программ и данных объемом 8К и 4 Кбайт, соответственно (рис.5). Тактовая частота его составляет 200 МГц, частота системных шин и шин памяти – 100 МГц, периферийных шин – 50 МГц. В микросхему входит также гибкий встроенный ЖКИ-контроллер, поддерживающий цветной ЖК-индикатор с ТПТ-схемой адресации, воспроизводящий 16 10⁶ цветов, или цветной ЖК-дисплей на базе матрицы пассивных суперскрученных нематических элементов, воспроизводящий до 3375 цветов. Для приложений, требующих подключения к беспроводным локальным сетям, внешним системам памяти или датчикам, устройствам формирования изображения, сканерам предусмотрены PCI/CardBus- и USB-порты. Четыре многофункциональных последовательных порта, I²C-порт и параллельный порт стандарта IEEE 1284 обеспечивают бесшовное подключение разнообразных внешних периферийных устройств.

Микропроцессор изготовлен по бессвинцовой 0,13-мкм КМОП-технологии и отвечает требованиям закона, ограничивающего применение опасных для здоровья веществ (Restriction of Hazardous Substances – RoHS).

МИКРОКОНТРОЛЛЕР S3C2510A КОМПАНИИ SAMSUNG

Микроконтроллер S3C2510A предоставляет высокопроизводительные решения для таких систем, как маршрутизаторы сети SOHO, Интернет-шлюзы, точки доступа беспроводных локальных сетей и т.п. Микросхема построена на базе 16/32-бит ARM940T RISC-ядра, входящего в ARM9 Thumb-семейство процессоров клас-

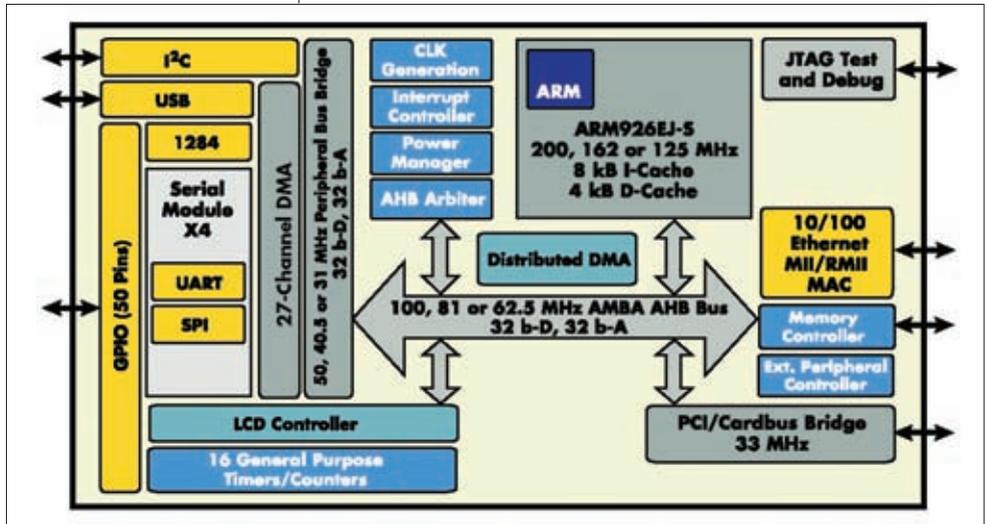


Рис.5. Блок-схема микропроцессора NS9750

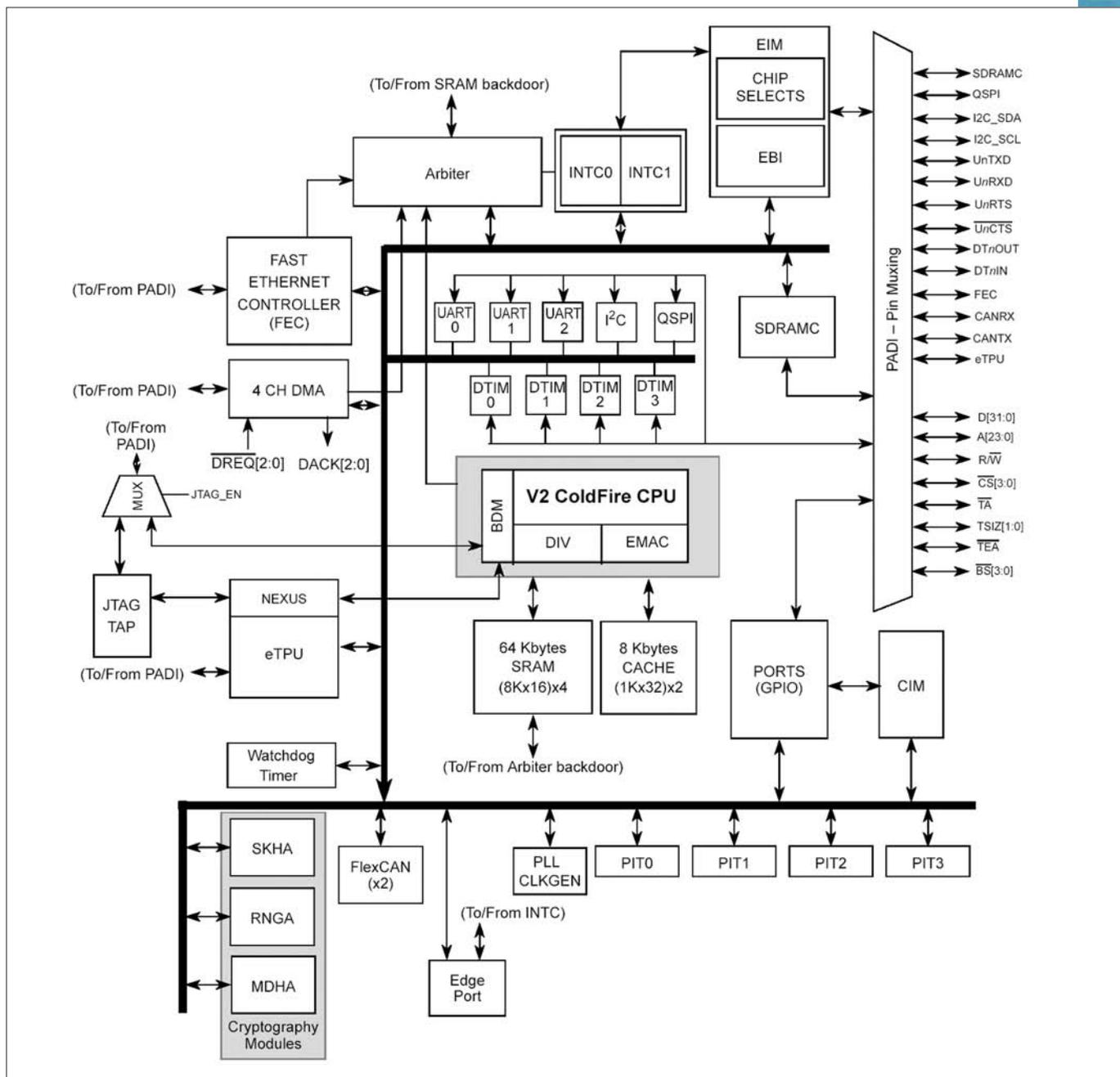


Рис.6. Блок-схема микроконтроллера MCF5235

са "система на кристалле". Ядро микроконтроллера выполняет как 32-бит ARM, так и 16-бит Thumb команды, что позволяет пользователю выбирать между получением высокой производительности или высокой плотности кода. Кроме того, в микросхеме используется перспективная микроконтроллерная шинная архитектура (Advanced Microcontroller Bus Architecture – AMBA). Выполнен микроконтроллер по 0,18-мкм КМОП-технологии.

МИКРОКОНТРОЛЛЕР AT91RM9200 КОМПАНИИ ATMEL

Выпущенный в начале 2003 года микроконтроллер AT91RM9200 представляет собой систему на кристалле, построенную на основе Thumb-процессора ARM920T. Он содержит богатый набор системных, прикладных периферийных устройств и стандартных интерфейсов. Предназначен для применений, требующих высокой производительности при минимальных значениях потребляемой мощности и стоимости: хост-процессоров средств управления, систем подключения GPS-приемников и поддержки

GPRS-связи, промышленных автоматизированных комплексов, медицинского оборудования и кассовых терминалов. Быстродействующее внутриконтроллерное СОЗУ и внешний шинный интерфейс (External Bus Interface – EBI) обеспечивают бесшовное подключение к внешним схемам памяти и периферийным устройствам, требуемым для конкретного приложения. А встроенный интерфейс CompactFlash T позволяет добавлять к микросхеме модули системы беспроводной связи. Сложный блок управления питанием обеспечивает набор тактовых частот вплоть до низких (32 кГц) и позволяет уменьшать напряжение питания "простаивающих" периферийных устройств, благодаря чему потребляемая мощность при любых режимах работы минимальна. Микроконтроллер может быть использован как стандартное изделие и, тем самым, способствовать сокращению стоимости проектирования и сроков выхода разрабатываемого на его основе устройства на рынок или как платформа для разработки заказных микросхем типа ASSP и ASIC.

СЕМЕЙСТВО МИКРОПРОЦЕССОРОВ MCF5235 КОМПАНИИ FREESCALE SEMICONDUCTOR

Представленный в 2004 году 16/32-бит микропроцессор MCF5235 компании Freescale Semiconductor (бывший сектор полупроводниковых изделий фирмы Motorola) объединяет популярное RISC-ядро ColdFire версии 2 с 16/32-канальным блоком улучшенного времени обработки (enhanced Time Processing Unit – eTPU), блоком управления доступом к 10/100 Ethernet и другими периферийными устройствами связи (рис.6). Производительность микропроцессора, составляющая 144 MIPS (в соответствии с тестом Dhrystone) на частоте 150 МГц, делает его пригодным для применения в сетевых системах и сложных комплексах реального времени, таких как промышленное оборудование управления, технологические установки и роботы. Кроме того, микросхемы MCF5235 предоставляют пользователям микропроцессоров MC68332 простой способ достижения более высокой производительности и поддержки сетевых решений благодаря применению нового поколения микросхем с улучшенными характеристиками и сопоставимой с предыдущим поколением ценой.

МИКРОКОНТРОЛЛЕР TC1130 (TRICORE) КОМПАНИИ INFINEON

Впервые представленный в начале 2004 года на выставке "Встроенный мир" (Embedded World Show) в Нюрнберге, 32-бит микроконтроллер TC1130 представлял собой первую освоенную в массовом производстве микросхему с TriCore архитектурой, способную работать с полнофункциональной ОС Linux. Микроконтроллер рассчитан на применение в программируемых логических системах управления, высокопроизводительных электроприводах, промышленных средствах связи (ключах, сетевых концентраторах, маршрутизаторах) и бытовой аппаратуре (телевизионных абонентских приставках). Помимо отмеченной наградой TriCore-архитектуры, объединяющей RISC-, CISC- и DSP функциональные элементы на одном кристалле, в микросхему входят мощный MMU-блок, блок арифметики с плавающей запятой и специализированные для конкретного применения периферийные устройства (рис.7). Благодаря внутрисхемным 10/100 Ethernet контроллеру, четырем CAN-интерфейсам и USB-модулю микросхема TC1130 позволяет перейти от специализированных архитектур интерфейсов и средств связи промыш-

ленных систем к стандартным вариантам, принятым в компьютерной технологии. Это, в свою очередь, облегчает подключение систем управления и сетевого оборудования к производственным линиям и управление ими в реальном времени. Микроконтроллер работает на тактовой частоте 150 МГц, его производительность составляет 200 MIPS.

МИКРОПРОЦЕССОР ADM5120 КОМПАНИИ INFINEON-ADMTEK

Микросхема ADM5120 – высокопроизводительный и гибкий шлюзовой контроллер класса "система на кристалле", созданный тайваньской фирмой-разработчиком микросхем без собственных производственных мощностей ADMtek, которая в начале 2004 года была приобретена компанией Infineon Technologies с целью выхода последней на рынок домашних шлюзовых систем. В микросхеме, выполненной по 0,18-мкм КМОП-технологии, ядро MIPS32 4Kc процессора объединено с шестипортовым коммутатором, 10/100 Ethernet физическим уровнем, USB 1.1-хостом, PCI-шиной, UART, SDRAM и Flash-интерфейсами. Кроме того, в схему входят блоки flash-памяти NAND и NOR-типов.

Микропроцессор позволяет реализовывать функции SOHO/SME шлюзового контроллера, функции преобразования сетевых адресов, сервера принтера, контроллера одно/многодиапазонной WLAN-точки доступа, шлюзового контроллера виртуальной частной сети. Микросхема обеспечивает совместное пользование домашними/офисными широкополосными средствами – проводными/беспроводными компьютерами, аппаратурой развлечений, принтерами и другими "умными" устройствами.

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

Программное обеспечение для системы на кристалле играет такую же важную роль, как и аппаратная платформа. И поэтому рассматривая современные системы на кристалле, нельзя не указать следующее используемое программное обеспечение (операционные системы):

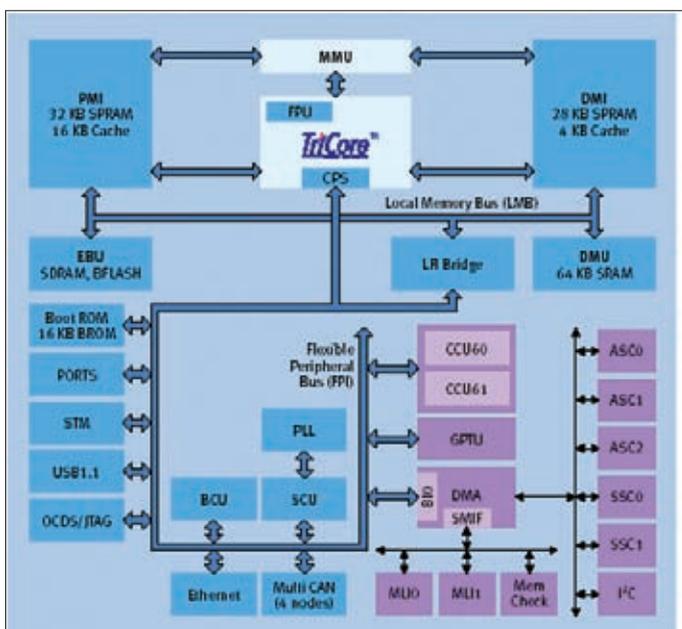


Рис.7. Блок-схема микроконтроллера TC1130

Тип процессора/контроллера, компания	Операционная система
HyNet32XS/S, Hyperstone	HyNetOS (SND)*, uLinux
IP3K, Uvicom	ipOS* (собственность компании)
NS9750, NetSilicon	Net + Works (собственность компании)
S3C2510A, Samsung	VxWorks, Nucleus, uLinux
AT91RM9200, Atmel	VxWorks, Nucleus, uLinux, eCoss
MCF5235, Freescale Semiconductor	.MQX, RTOS (ARC)*
TC1130 (TriCore), Infineon	Embedded Linux (ADESCOM)
ADM5120, Infineon-ADMtek	Nucleus, Embedded Linux

*ОС, "зашитые" в кристалл

Сравнение операционных систем

Операционные системы для систем на кристалле можно классифицировать по различным параметрам.

Технический критерий

По этому критерию ОС для систем на кристалле можно разделить на две большие группы. Первая – ОС, структура которых восходит к UNIX. К этой группе относятся такие системы, как uLinux, Embedded Linux, VxWorks, eCos, Nucleus, Net+Works. Эти системы занимают большой объем памяти, что является серьезным недостатком для ОС, ориентированных на применение в системе на кристалле. К тому же, UNIX-системы были разработаны в первую очередь для персональных компьютеров, поэтому ОС первой груп-

пы в системах на кристалле не столь эффективны, как ОС второй группы – специальные ОС, созданные с учетом специфики таких устройств. К этой группе относятся: MQX, ipOS, HyNetOS. Специальные ОС компактны (занимают небольшой объем памяти), эффективны и оптимизированы для систем на кристалле.

Техническая поддержка/стабильность

При сравнении ОС важное значение имеют уровень технической поддержки и стабильность работы системы. По этому критерию можно выделить три группы.

Первая – открытые ОС (Open source OS): ucLinux, Embedded Linux, eCos. Они либо вовсе не обеспечены технической поддержкой, либо техническая поддержка оказывается за отдельную высокую плату. В то же время стабильность открытых ОС достаточно высокая.

Вторая группа – "дополнительные" ОС (предлагаемые производителями микропроцессоров): ipOS (Ubicom), Net+Works (NetSilicon). Тут следует отметить, что для производителей микропроцессоров программное обеспечение в целом не является стратегическим продуктом. Компании прежде всего концентрируют усилия на производстве процессоров, а программное обеспечение – это своего рода "добавка" к нему. Уровень технической поддержки и стабильность таких ОС, как правило, ниже, чем у ОС третьей группы.

Третья группа – коммерческие ОС (предлагаемые независимыми компаниями-производителями программного обеспечения): Nucleus, MQX, VxWorks, HyNetOS; ОС, не требующие лицензий: ucLinux, Embedded Linux, eCos, ipOS, Net+Works; ОС с лицензированием исходного кода: Nucleus; MQX, VxWorks; HyNetOS.

i Nortel Forum 2005

Ежегодная конференция, посвященная деятельности фирмы Nortel состоялась 27 сентября. В ходе мероприятия заказчики, партнеры и технические специалисты могли узнать о последних разработках в области продуктов Nortel для корпоративных сетей. Программа конференции была насыщенной: руководители европейского отделения компании представили информацию о новых направлениях ее развития, стратегических инициативах и планах развития сектора корпоративных продаж; ведущие партнеры рассказали о своем опыте практического внедрения продукции Nortel.

В технической секции где специалисты могли ознакомиться с последними разработками фирмы, состоялись продуктивные дискуссии о внедрении передовых технологий в условиях российского рынка. В рамках своей стратегии компания представила ключевые решения в области мобильного доступа в корпоративные сети, безопасности и конвергенции голоса, данных и мультимедийных приложений.

Все рассмотренные аппаратные платформы в сочетании с соответствующими ОС предназначены для различных сегментов рынка встраиваемых систем. В зависимости от конкретной области применения достоинства и недостатки имеют разный вес, однако по общей сбалансированности свойств аппаратной архитектуры и программного обеспечения наиболее соответствует определению "система на одном кристалле" решение на базе процессора Hynet32XS фирмы Hyperstone плюс операционная система HynetOS фирмы SND.