

# Корпорация Transmeta выходит на рынок Крузо возвращается

И. Шахнович

**Похоже, покою, царившему на рынке универсальных процессоров в последнее десятилетие, приходит конец. К известным гигантам отрасли - AMD, Motorola, IBM, Sun Microsystems, Hitachi, MIPS и другим, по мере сил ведущим конкурентную борьбу с абсолютным лидером - фирмой Intel, присоединилась малоизвестная неспециалистам корпорация Transmeta. Для многих ее появление столь же неожиданно, сколь и возвращение на родину легендарного Робинзона Крузо. Не это ли имели в виду разработчики, присваивая имя знаменитого героя первому семейству микропроцессоров? Старт Transmeta взяла стремительный: только объявив о новых процессорах, компания сразу предлагает опытные образцы и запускает серийное производство. На первый взгляд, продукт получился весьма достойным. Что-либо более определенное можно будет сказать, лишь посмотрев на компьютеры с изделиями Transmeta в работе, но это вопрос лишь нескольких месяцев.**

**К**омпания Transmeta (Санта-Клара, шт. Калифорния, www.transmeta.com), основанная в 1995 году бывшим сотрудником Sun Дейвом Дитцелом (Dave Ditzel), мало чем выделялась среди прочих компаний Кремниевой долины. Кроме одного — фирма разрабатывала универсальный высокопроизводительный процессор, явно собираясь конкурировать с безраздельно властвующей на этом рынке корпорацией Intel. Четыре с половиной года деятельность Transmeta окутывала завеса таинственности. Было известно, что в 1992–1995 году Дитцел тесно сотрудничал (фактически вместе работал) с командой Б.А. Бабаяна над твердотельной реализацией процессора “Эльбрус-3” [1, 2]. Напомним, что в этом процессоре была реализована технология явного параллелизма выполнения команд и архитектура WLIW (очень длинной командной строки). Кроме того, коллектив Бабаяна достиг значительных успехов в разработке средств динамической оптимизирующей перекомпиляции исполняемых модулей одной системы команд в другую (двоичная компиляция). Причем часть этой работы выполнялась именно для Sun. Было бы естественным предположить, что работа с российским кол-

лективом оставила заметный след в разработках Transmeta, тем более что и Бабаян, и Дитцел не скрывали, что продолжают поддерживать друг с другом тесные контакты [1].

И вот 19 января 2000 года занавес был поднят — фирма анонсировала первые два процессора нового семейства Crusoe — TM3120 и TM5400 (см. табл.). Процессоры имеют VLIW-архитектуру, однако поддерживают систему команд x86 благодаря примененной технологии кодопреобразующего программного обеспечения Code Morphing (как не вспомнить о российском проекте “Эльбрус 2000”!). Доступны опытные образцы обоих процессоров — TM3120 уже в серийном производстве, массовый выпуск TM5400 ожидается к середине года.

Процессоры ориентированы на рынок мобильных компьютеров. Более простой TM3120 предназначен для машин, работающих с Internet-приложениями — от Web-браузеров до просмотра видеозаписей. Стоимость таких компьютеров — 500–999 долл., поэтому процессор достаточно дешев — от 65 до 89 долл. (для рабочих частот 333 и 400 МГц соответственно). Мощный TM5400 создавался для высокопроизводительных сверхлегких мобильных компьютеров стоимостью порядка 1200–2500 долл., его ориентировочная цена — от 119 долл. для частоты 500 МГц до 329 долл. для 700 МГц.

Сектор мобильных компьютеров в качестве начальной области приложения для процессоров семейства Crusoe выбран потому, что они обладают очень низким энергопотреблением. Это позволяет достигать высокой производительности без дополнительных средств охлаждения и существенно увеличивает время работы компьютера от встроенных батарей (и удлиняет срок их службы). Данный эффект объясняется организацией процессора — архитектура VLIW предпола-

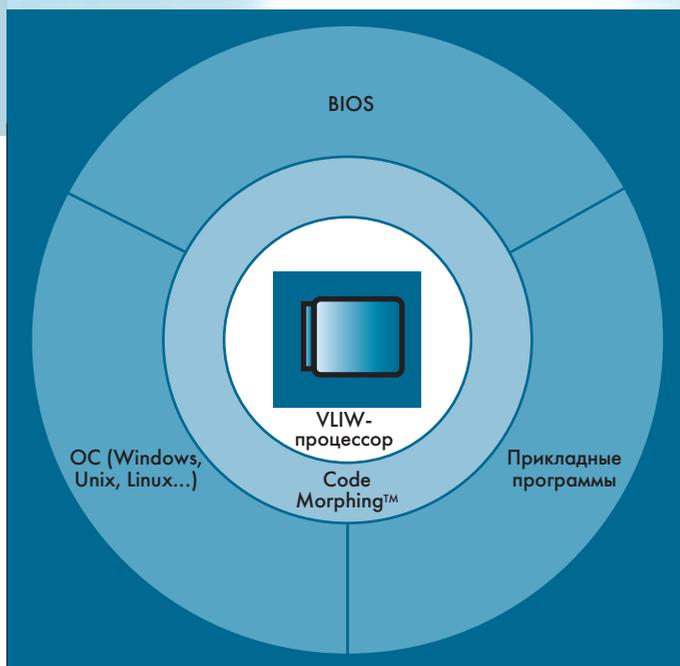


Рис. 1. Технология Code Morphing



гает предварительную подготовку кода к параллельным вычислениям, и это реализуется программно, посредством Code Morphing, в отличие от аппаратной реализации в процессорах Pentium II и III. В результате при равной производительности появилась возможность резко сократить число элементарных вентилях процессора, следовательно – энергопотребление и рассеиваемое тепло. Так, среднее энергопотребление TM3120 – менее 1 Вт (в четыре раза меньше, чем у существующих “мобильных” процессоров), потребление в режиме ожидания – 15 мВт, пиковое потребление (например при работе “программного плеера” DVD -диска) – 2,9 Вт при частоте 400 МГц.

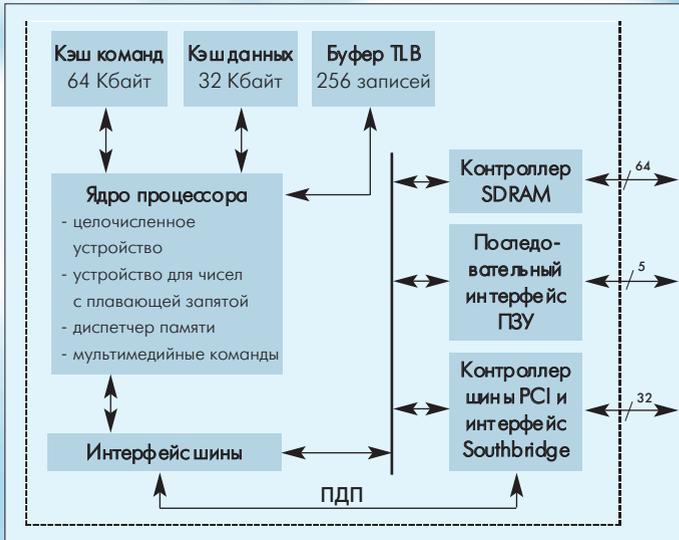


Рис. 2. Структура микропроцессора TM3120

Кроме того, в TM5400 применена технология управления энергопотреблением LongRun. Благодаря ей в зависимости от требуемого быстродействия можно изменять тактовую частоту и напряжение питания процессорного ядра в пределах 1,2–1,6 В. Поскольку энергопотребление прямо пропорционально тактовой частоте и находится в квадратичной зависимости от рабочего напряжения, технология LongRun обеспечивает кубическую зависимость мощности потребления от производительности – при высвобождении 10% общей производительности процессора потребляемая мощность снижается более чем на 30% [3]! Благодаря этому TM5400 обещает стать самым экономичным из всех высокопроизводительных x86-совместимых процессоров – 30 мВт в режиме ожидания, менее 2 Вт при полной нагрузке. Сравнительные тесты показывают, что если при воспроизведении DVD-диска Pentium III разогревается до 105° С, то температура TM5400 не превышает 49°С.

Технология Code Morphing подразумевает, что система команд процессоров Crusoe и их организация скрыты от пользователей программной оболочкой (рис. 1). Внешне продукты Transmeta выглядят как обычные процессоры с системой команд x86. При запуске процессора в первую очередь из ПЗУ в системную область ОЗУ загружается кодопреобразующее ПО. Эта область (8–16 Мбайт) остается “невидимой” для приложений x86 (BIOS, операционная система, прикладные программы). Все программы x86 подвергаются оптимизирующей трансляции в инструкции VLIW. Оттранслированные коды запоминаются в кэш-памяти. Таким образом, трансляция происходит лишь единожды, причем в первый раз программы выполняются дольше, чем в последующие. Кроме того, эффективность преобразования кодов зависит от наличия свободных ресурсов процессора – чем чаще выполняется программа, тем эффективнее оттранслирован ее код. Так достигается эффект “обучения” процессора во время работы. Технология Code Morphing позволяет

#### Процессоры семейства Crusoe

Характеристики	TM3120	TM5400
Тактовая частота, МГц	333–400	500–700
Кэш первого уровня, Кбайт	96	128
Кэш второго уровня, Кбайт	нет	256
Площадь кристалла, мм <sup>2</sup>	77	73
Напряжение питания, В	1,5	1,2–1,6
Технологический уровень, мкм	0,22	0,18
Тип корпуса	474-выводной BGA	474-выводной BGA

производителю как угодно изменять аппаратную часть процессора – на пользователе это не отразится.

Архитектура процессоров семейства Crusoe известна в самых общих чертах. Так, TM3120 (рис. 2) содержит процессорное ядро, кэш-память, унифицированный буфер предыстории процесса трансляции TLB (Translation Look-aside Buffer) и стандартный набор устройств для работы с внешними элементами – контроллер шины PCI, контроллер ОЗУ типа SDRAM (64-разрядный) и последовательный (пятипроводный) интерфейс ПЗУ. Ядро включает в себя набор функциональных устройств, соответствующих структуре VLIW. Сама командная строка длиной от 64 до 128 бит содержит команды работы с целочисленным АЛУ (семиступенчатый конвейер), с устройством для 80-разрядных чисел с плавающей запятой (десятиступенчатый конвейер), для операций с памятью и ветвления [4]. Буфер TLB помогает оптимизировать перекомпиляцию исполняемого кода, если программа запускается не в первый раз. Он же поддерживает карту адресов процессора семейства x86.

Процессор TM5400, кроме того, оснащен контроллером SDRAM с удвоенной скоростью обмена данными, кэш-памятью второго уровня и аппаратными средствами динамического управления энергопотреблением LongRun [5].

Таким образом, процессоры семейства Crusoe могут составить серьезную конкуренцию продуктам фирмы Intel. А ведь это лишь первые ласточки. У корпорации Transmeta есть ресурсы для захвата значимого сегмента рынка: мощный производственный партнер – компания IBM, прочные связи с одной из ведущих научных школ разработки процессорных архитектур, весьма квалифицированные сотрудники, один из которых – Линус Торвалдс (Linus Torvalds), создатель операционной системы Linux. Компьютеры на основе процессоров Transmeta способны поддержать любую x86-совместимую операционную систему – Windows 95, Windows NT, Windows 2000, Linux и т.д. Это решает ключевую проблему для распространения новых процессоров – обеспечение эффективной поддержки ранее написанного ПО. А явная ориентация компании на операционную систему Linux, особенно для мобильных компьютеров, способна нанести серьезный удар господству альянса Microsoft – Intel.

По утверждению представителей Transmeta, многие производители уже объявили о намерении использовать TM3120 и TM5400 в своих изделиях. Первые коммерческие продукты с этими процессорами ожидаются к середине года. В этом году возможен и первый выпуск акций компании на открытый рынок. Если все пройдет успешно, корпорация займет весьма значимое место во всей полупроводниковой отрасли. Будем ждать новостей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаян Б. “Эльбрус-2000”. Интервью журналу “Электроника: НТБ”. — Электроника: НТБ, 1999, №1.
2. Шахнович И. Высокопроизводительные микропроцессоры. — Электроника: НТБ, 1999, №6.
3. Klaiber A. The Technology Behind Crusoe™ Processors. — Transmeta Corporation, January 2000.
4. Crusoe Processor Model 3120. — Transmeta Corporation.
5. Crusoe Processor Model 5400. — Transmeta Corporation.