

должны выполняться в VPU, они только декодируются, а если — в FPU и IU, выполняются вплоть до стадии обратной записи в регистры, которая осуществляется после того, как станет известно, что переход предсказан правильно. В противном случае (переход предсказан неверно) устройство считывания стирает все следы начавшегося выполнения команд и считывает команды по правильному адресу.

Извне выполнение команд в PowerPC 601 представляется последовательным, однако на самом деле с целью повышения производительности порядок обработки команд внутри процессора может изменяться. Для этого он снабжен средствами, позволяющими контролировать правильность занесения информации в регистры при нарушении исходной последовательности выполнения команд и запрещающими нарушение этой последовательности в тех случаях, когда это может привести к получению неправильного результата.

Процессоры PowerPC 601 были положены фирмой Apple в основу своих компьютеров PowerMacintosh 6100/60, PowerMacintosh 7100/66 и Power Macintosh 8100/80. Впервые Apple предложила своим пользователям машины с процессорами, не уступающими, а кое в чем и превосходящими системы с процессорами x86. Однако несовместимость PowerPC 601 с миллионами программ для x86 все еще является фактором, сдерживающим их использование.

PowerPC 602 — PowerPC 604, PowerPC 620

1994 г. ознаменовался появлением процессора PowerPC 603. По структуре он повторял PowerPC 601, но был размещен на кристалле меньших размеров (85,1 мм²) и содержал “всего” 1,6 млн транзисторов. Потребляемая мощность новинки, работавшей на частоте 80 МГц, не превышала 2,5 Вт. Процессор обрабатывал не более двух команд за один такт, имел кэш-память объемом 8 Кбайт и, как следствие этого, уступал в производительности предшественнику и процессорам класса Pentium с той же тактовой частотой. К тому же появились изделия Pentium с более высокой, чем у PowerPC 603, тактовой частотой. Как сказал Майкл Слейтер [3], “... производительность процессора не оправдала возлагавшихся на него надежд, объем кэш-памяти был слишком мал, тактовая частота слишком низка. В новой модели, 603е, быстродействие было повышено, но появилась она слишком поздно...” Увы, опоздание с выходом на рынок уже не впервые подводит фирму Motorola (именно она разработала этот процессор).

PowerPC 603е, появившийся в начале 1995 г. (были выпущены 80- и 100-мегагерцевые версии), выполнен на кристалле площадью 98 мм² и содержал 2,6 млн транзисторов. Процессор был изготовлен по 0,5-мкм технологии и на 100 МГц потреблял 3 Вт. Он имел большое число коэффициентов умножения (1х, 1,5х, 2х, 2,5х, 3х, 3,5х, 4х), что позволяло разработчикам систем снижать энергопотребление, применяя более низкую системную тактовую частоту.

Процессор имел три энергосберегающих режима. В первом из них (doze) отключались все устройства процессора, кроме логики, поддерживающей корректность внутренней кэш-памяти. Во втором режиме (nap) блокировались и эти логические узлы. В спящем (sleep) режиме прекращалась подача импульсов тактовой частоты на все внутренние устройства процессора, благодаря чему рассеиваемая мощность снижалась до 2 мВт.

Кроме того, процессор был снабжен устройством DPM (Dynamic Power Management — динамическое управление энергопотреблением), которое отключало сигнал тактовой частоты от действующего в данный момент узла микросхемы. Например, если во входном потоке не было команд, требующих для своего выполнения работы сопроцессора, последний отключался от тактового генератора до тех пор, пока устройство управления не встречало такие команды.

В целом PowerPC 603е оказались довольно удачными процессорами и были использованы фирмой Apple в нескольких моделях своих компьютеров. Однако существенного преимущества в сравнении с Pentium-системами они продемонстрировать не сумели. И хотя цены на них были существенно ниже, чем на процессоры Pentium с близкой производительностью, стоимость компьютера с PowerPC 603е в полтора-два раза превышала стоимость системы с Pentium, что явилось основной причиной, сдерживающей рост числа потребителей PowerPC.

Одновременно с PowerPC 603е был анонсирован PowerPC 602 — процессор для портативных компьютеров. Он также был выполнен по 0,5-мкм технологии с питающим напряжением 3,2 В. Площадь подложки составляла 50 мм², на ней был размещен 1 млн транзисторов. Микросхема была выполнена в 144-выводном корпусе, для чего разработчикам пришлось мультиплексировать шины адреса и данных. (Напомним, что при этом процессор в начальный момент выводит по мультиплексированной шине адресную информацию, которая сопровождается сигналом, информирующим внешние микросхемы о доступности этой информации. После того, как эта информация прочитана, по той же самой шине производится запись или чтение данных по указанному адресу. Доступ к памяти осуществляется в пакетном режиме, благодаря чему снижение производительности процессора за счет мультиплексирования адреса и данных становится не столь ощутимым).

Процессор содержал четыре исполнительных устройства: целочисленное, для операций с плавающей запятой, для обработки переходов и формирования адресов для доступа к памяти. Он имел раздельную двуканальную кэш-память для команд и данных объемом 2 Кбайт каждая. В сравнении с PowerPC 603, структура устройств была упрощена. Например, устройство для операций с плавающей запятой выполняло действия только с 32-разрядными числами (в отличие от 64-разрядных в предыдущих моделях), число выполняемых за один такт инструкций сокращено до одной. Хотя последнее упрощение отрицательно сказалось на производительности,

оно уменьшило размер блока декодирования команд и упростило схемы предсказания ветвлений. Исключение сложных графических и строковых операций упростило устройство формирования адресов. Оставшиеся операции переиспользованы и выполнялись за один такт. Процессор был снабжен быстрым механизмом защиты памяти и имел все вышеупомянутые режимы снижения энергопотребления.

PowerPC 602 оказался очень неплохим процессором для блокнотных компьютеров, но несовместимость с программами для x86 оставалась и для него сдерживающим фактором. На его основе было выпущено всего несколько моделей компьютеров.

В конце 1996 г. была анонсирована еще одна модель 603-го процессора — PowerPC 603ев/166. Он предназначался для работы с пониженным до 2,5 В напряжением питания и выполнен по 0,35-мкм технологии. Благодаря этому удалось примерно на 30 % увеличить (в сравнении с PowerPC 603е) плотность размещения транзисторов на кристалле и повысить тактовую частоту. В процессоре были доработаны блоки операции деления и управления кэш-памятью. Кроме того, его дополнили устройством обработки так называемых невыровненных чисел, облегчающим эмуляцию других процессоров. В 1997 г. появились 180- и 200-мегагерцевые версии PowerPC 603ев.

Последней 32-разрядной моделью стал PowerPC 604, производство которого началось в конце 1995 г. Автор не располагает подробной информацией об этом процессоре и может сообщить о нем лишь следующее. Это самый совершенный из всех названных выше процессоров. Он выполнен по 0,5-мкм технологии и работает на частотах 100, 120, 133 и 150 МГц. По производительности более чем на треть превосходит Pentium с той же тактовой частотой и сопоставим с Pentium Pro фирмы Intel. Именно на PowerPC 604 выполнены наиболее мощные компьютеры фирмы Apple.

Усовершенствованный вариант этого процессора получил название PowerPC 604е. Он выполнен по 0,35-мкм технологии и работает с пониженным напряжением питания на частотах 167, 180 и 200 МГц. Его энергопотребление не превышает 10 Вт, что вдвое ниже, чем у близких к нему по производительности процессоров P6. В сравнении с предшественником у него вдвое увеличен объем внутренней кэш-памяти (32 Кбайт для памяти команд и столько же для памяти данных) и улучшена поддержка многопроцессорных конфигураций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фрунзе А. Модернизируем IBM-совместимый ПК. — Радио, 1997, № 3, с. 23—25; № 4, с. 29—31; № 5, с. 25—27; № 6, с. 22—24.
2. Фрунзе А. PENTIUM: до и после. — Радио, 1997, № 10, с. 31—33; № 11, с. 33—35; № 12, с. 23—26.
3. Бройтман Д. Процессор Power PC 601. — Монитор, 1994, № 4, с. 56—61.
4. Слейтер Майкл. PowerPC: что же дальше. — Мир ПК, 1995, № 11, с. 45—54.

(Продолжение следует)