

# Geode, Eden, Crusoe – кто быстрее Intel?

Андрей Гвоздев (Санкт-Петербург)

**С помощью известных тестовых программ автор сравнивает быстродействие и энергопотребление нескольких процессоров, применяемых во встраиваемых системах, с аналогичными характеристиками процессоров фирмы Intel.**

Какому Pentium'у соответствует Geode, Via, Transmeta, – список можно продолжить? Подобные вопросы возникают часто. Иными словами, требуется вычислить рейтинг производительности процессора по отношению к процессорам фирмы Intel.

В былые времена AMD и Cyrix сами любили указывать на корпусах своих процессоров P-рейтинги. Правда, почему-то всегда получалось, что при одинаковой тактовой частоте более дешёвый AMD по P-рейтингу превосходил более дорогой Pentium.

На озвученный в начале статьи вопрос мы, конечно же, ответим. А заодно, пользуясь случаем, сделаем обзор нескольких процессоров, используемых во встраиваемых системах, обозначив особенности архитектуры каждого. Однако давайте сначала определимся с тестами, с методикой измерения вычислительной мощности процессоров. Посмотрите на страницы компьютерных журналов. Они просто переполнены различными тестами, доказывающими преимущества одного процессора над другим. Самое примечательное, что в разных журналах побеждают разные процессоры. И дело здесь не только в ангажементе печатных изданий. Сами тесты позволяют толковать их результаты в довольно широких пределах. К сожалению, универсального стандартизованного метода оценки производительности компьютерных систем пока не существует. Производители компьютеров никак не могут договориться между собой. К тому же самый точный способ определения производительности – это измерение времени исполнения именно вашего приложения, а не синтетических тестовых программ. Вот только возможность прогнать вашу программу на системе, которую предпо-

лагается купить, есть не всегда. Поэтому хочешь – не хочешь, но без бенчмарков не обойтись. В этой связи неправильная интерпретация многочисленных показателей производительности может привести к серьёзным ошибкам. Чтобы не было мучительно больно за бесцельно потраченные деньги, освежим знания, полученные в учебных заведениях, и вспомним, в каких единицах принято сравнивать производительность компьютерных систем.

*MIPS* (Million Instructions Per Second, миллион инструкций в секунду). Испытанные остряки расшифровывают аббревиатуру MIPS как Meaningless Indicator of Processor Speed (бессмысленный индикатор скорости процессора). А технари, не упускающие случая кинуть камень в огород коллег из отдела маркетинга, трактуют MIPS как Marketing's Idea of Processor Speed (в приблизительном переводе – маркетинговый способ измерения скорости процессора.) Ну, а если учесть, что IDEA – это не только идея, но и алгоритм шифрования данных (International Data Encryption Algorithm), то получится ещё более неприятное для MIPS толкование.

Чем же так не угодил MIPS? Ведь были же времена, когда MIPS был чуть ли не стандартом. Но времена эти прошли. Разнообразие архитектур процессоров и операционных систем привело к тому, что от MIPS больше путаницы, чем реальной пользы. Одним из недостатков MIPS является то, что измерение производительности в «инструкциях» для процессоров с разной архитектурой приводит к разным результатам. Классический пример:  $A = B \times C$ . Компилируя это выражение в коды CISC-процессора, получим одну-единственную команду, а в коды RISC-процессора – четыре. Если

время выполнения этого выражения на разных компьютерах одинаковое, то получаем, что RISC-компьютер в четыре раза производительней CISC-компьютера. Полный абсурд, ведь время-то выполнения одной и той же программы на разных компьютерах одно и то же.

Так что, старине MIPS пора на пенсию? Рановато, однако. В единицах MIPS удобно мерить пиковую производительность процессора, производительность в идеальных условиях. А почему нет? Ведь оцениваем мы процессоры по тактовой частоте, не задумываясь об архитектурных изысках. Лучше уж в MIPS. Притом для вычисления пиковой производительности не надо даже писать тестовую программу. Самая быстрая инструкция в конвейере выполняется за один такт. Поэтому умножив частоту процессора на количество конвейеров (или параллельно выполняемых операций), получаем пиковую производительность в MIPS. Согласитесь, что при выборе процессоров (в первом приближении) использование MIPS является более грамотным решением, чем сравнение по частоте. Хотя следует признать, что MIPS – это всё-таки вчерашний день.

*MFLOPS* (Million Floating-Point Operations Per Second – миллион операций с плавающей точкой в секунду). Эта единица измерения имеет ряд преимуществ по сравнению с MIPS. Во-первых, во всех современных процессорах операциями с плавающей точкой занимается отдельный блок. Поэтому в любом случае нужны отдельные тесты, ориентированные на проверку этого блока. А производительность в MFLOPS довольно точно даёт представление о возможностях этого блока. Во-вторых, переход от термина «инструкция» к термину «операция» позволяет ослабить влияние архитектуры процессора на результаты тестов. В-третьих, базовых арифметических операций с плавающей точкой немного. Поэтому составить смесь для тестовой программы из четырёх компонентов намного легче, чем, скажем, из 20. Итого получается, что доверие к результатам тестов в MFLOPS гораздо выше, чем в MIPS.

Конечно, как универсальная единица измерения MFLOPS тоже не подходит. Его цифры ничего не скажут нам о том, как процессор обрабаты-

вает ветвления, предсказывает переходы, насколько оптимизирован конвейер и т.д.

В последнее время некоторые производители стали мерить производительность своих процессоров в *MOPS* (Million Operations Per Second – миллион операций в секунду). Это, конечно, лучше, чем в *MIPS*, однако не решает главной проблемы – однозначности оценки. К сожалению, в каких бы единицах мы ни мерили, без указания тестовой программы результаты измерения производительности не означают ничего конкретного. Другой тест – другие цифры.

Попытки стандартизировать бенчмарки предпринимались не раз. В прошлом веке довольно популярным был комплект тестов *Whetstone*, разработанный в Британской национальной физической лаборатории. Результат измерения представляется в *MWIPS* (миллион *Whetstone*-инструкций в секунду) или в *Whetstone MIPS*. Хотя *Whetstone* считается синтетическим тестом, 70% времени выполнения теста приходится на обработку чисел с плавающей точкой. В не менее популярном и таком же древнем тесте *Dhrystone*, наоборот, преобладают операции с символами, строками и логическими переменными. Существуют и другие известные бенчмарки, однако в последнее время на роль промышленного стандарта претендуют контрольно-оценочные программы бесприбыльного консорциума *SPEC*, созданного в 1988 г. и на сегодняшний день объединяющего всех крупнейших производителей компьютерных систем. Цель деятельности *SPEC* – разработка и проведение интенсивных компьютерных тестов для испытания систем, работающих с максимально возможной нагрузкой. Тесты оценки производительности микропроцессоров и вычислительных систем, разработанные *SPEC*, объединены в пакет *CPU2000*. Этот пакет стоит \$500, распространяется в исходниках, для его установки требуется компьютер с операционной системой *UNIX* или *Windows NT*, компиляторы языков *C/C++* и *Fortran 90*, не менее 1 Гб свободного места на жёстком диске и не менее 256 Мб оперативной памяти для запуска тестов. Разработчики тестов *CPU2000* отказались от использования абсолютных единиц типа *MFLOPS* или *MIPS*. Вместо этого ис-

пользуются собственные относительные единицы *SPEC*. Результаты нормализуются по отношению к аналогичным результатам на эталонной машине, в качестве которой выступает рабочая станция *Sun Ultra 5/10*. На данной машине прогон всех тестов *CPU2000* занимает примерно 48 часов. Можно было, конечно, помучить наши процессоры с помощью тестов от *SPEC*, благо, производительностью они уже не уступают многим рабочим станциям прошлого. Однако всё же не для тестирования встраиваемых систем создавали *CPU2000*. Одни названия тестов чего стоят: задача квантовой хромодинамики, моделирование нейронной сети, моделирование землетрясения методом конечных элементов и т.п.

По аналогии со *SPEC* на роль стандартных тестов для встраиваемых систем претендует продукция консорциума *EEMBC* (*Embedded Microprocessor Benchmark Consortium*). Однако получение права на публикацию результатов их тестов – довольно хлопотное дело. Надо стать членом их консорциума, принять на себя определённые обязательства, и т.п. Кроме того, пока ещё трудно сказать, примет ли индустрия в качестве стандарта тесты *EEMBC*. Поэтому обойдёмся более доступными средствами. Ведь перед нами стоит простая задача: оценить производительность *embedded*-процессоров по отношению к процессорам фирмы *Intel*. *Whetstone*, *Dhrystone* и *PCMark2002* позволят подобрать нашим процессорам спринг-партнеров одного роста. Почему именно эти тесты, а не другие? Да потому что это одни из самых известных в мире контрольно-оценочных тестов. Все их достоинства и недостатки описаны не раз и не два. Поэтому все знают, что могут они измерять, а к чему следует относиться с известной долей сомнения. К примеру, размер кода *Whetstone* и *Dhrystone* настолько мал, что программы и данные целиком размещаются в кэш-памяти современных процессоров. Поэтому оценить эффективность механизма динамической подкачки команд в кэш инструкций или протестировать тракт процессор–память с помощью этих программ не удастся.

В качестве теста, имитирующего реальные задачи, мы выбрали *PCMark2002*. В его состав входят следующие тестовые приложения: *Jpeg*

*Decoding*, *Zlib Compression*, *Zlib Decompression*, *Text Search*, *Audio Conversion*, *3D Vector Calculation*. Конечно, их трудно назвать типовыми задачами встраиваемых систем, однако это лучше, чем эмуляция *MS Word* или *Adobe Photoshop*.

## TRANSMETA CRUSOE TM5400

Компьютерная пресса с самого начала внимательно следила за созданием *Crusoe*. Не удивительно, было о чем писать. Во-первых, революционная архитектура процессора. Такого ещё никто для *PC* не делал. Во-вторых, какие имена: *Devid R. Ditzel*, *Linus Torvalds*. Первый – известный микропроцессорный архитектор. Сам термин *RISC* обязан своим рождением в том числе и *Дитцелу*. Ещё будучи студентом, он вместе с *Дэвидом Паттерсоном* в одной из статей впервые употребил эту аббревиатуру. Ну а *Линуса Торвальдса*, того самого, представлять, надеюсь, нет необходимости. Кроме того, архитектура будущего процессора чем-то напоминала российский процессор *Эльбрус*. Что, впрочем, объяснимо, и *Дитцел*, и *Бабаян* в одно и то же время работали в *Sun Microsystems*. Конечно, приятно, что русский след обнаруживается в самых передовых заморских разработках, жаль только, что не в отечественных. Но это всё лирика. Вернемся к *Crusoe*.

Проблема электропотребления, а соответственно, и тепловыделения современных высокопроизводительных процессоров на сегодняшний день стоит очень остро. Безумное повышение частоты процессоров приводит к усложнению его схемотехники, увеличению количества транзисторов в кристалле, а это в свою очередь повышает потребляемую процессором энергию и тепловыделение. Кроме того, себестоимость готового изделия с каждым новым процессором только растёт. Что же делать разработчикам процессоров, ведь увеличивать производительность им всё равно придётся? Как известно, быстроедействие процессора можно повысить двумя способами: поднять тактовую частоту или увеличить количество операций, выполняемых процессором за один такт. Повышение частоты достигается как технологическими приёмами (переходом на новые материалы, уменьшением *LTR*, и т.п.) так и архитектурны-

ми изысками. В настоящее время наиболее популярный метод увеличения степени параллелизма процессора – конвейерная обработка и суперскалярная архитектура. Напомним, конвейерные процессоры разбивают процесс обработки каждой инструкции на несколько этапов (ступеней), что позволяет начать выполнение следующей инструкции, не дожидаясь окончания предыдущей. Ну а суперскалярная архитектура – это когда таких контейнеров несколько. Согласитесь, имея в чипе несколько функциональных блоков (ALU, FPU и т.п.), способных работать почти независимо друг от друга, грех заставлять их простаивать в ожидании работы. Всё замечательно, но выполнять одновременно несколько инструкций возможно, когда результаты одной команды не зависят от предыдущей. Само собой разумеется, что если не полагаться на удачу, то придётся выполнять команды не в порядке их следования (Out-of-Order). Иными словами, процессор должен уметь, заглянув вперед и проанализировав поток команд, выбрать наилучшую очередность выполнения инструкций, а по окончании работы восстановить первоначальный порядок «слов в предложении». К сожалению, для реализации всех этих блоков прогнозирования и планирования вычислений, поиска закономерностей и восстановления последовательностей требуются миллионы транзисторов. (По некоторым оценкам, три четверти всех микро-транзисторов на кристалле.) А много транзисторов – это много электричества, много выделяемого чипом тепла, плюс немалая себестоимость изготовления кристалла. Вот если бы удалось аппаратное планирование возложить на софт, то это значительно упростило бы архитектуру процессора, со всеми вытекающими последствиями. Такие желания может удовлетворить VLIW-процессор, придуманный Тьюрингом ещё в 1996 г. VLIW (Very Long Instruction Word) – очень длинное командное слово. В двух словах, идея в следующем: программное обеспечение (компилятор, транслятор), анализируя исполняемое приложение, выискивает инструкции, которые можно выполнить одновременно. Меняя естественную очередность, инструкции (атомы в терминологии Transmeta) собирают-

ся в слова (молекулы) и отправляются на одновременное исполнение функциональным модулям процессора. Для того чтобы за один такт процессор смог обработать целое слово, инструкции в этом слове должны обрабатываться разными модулями процессора. Поэтому в идеале количество инструкций в слове должно соответствовать количеству функциональных модулей процессора. Чем больше модулей, тем длиннее слово, тем больше инструкций за такт может выполнить процессор. У Crusoe пять исполнительных блоков: блок работы с плавающей запятой (FPU), два арифметико-логических блока (ALU), блок работы с данными (LSU – Load/Store Unit), блок ветвлений (BU). С учётом накладных расходов инженеры Transmeta выбрали для Crusoe TM5400 длину молекулы в 4 атома. Поэтому процессор может выполнить максимум 4 команды за такт.

Первые процессоры с VLIW-ядром появились в 1979 г. Однако Crusoe – это первый VLIW-процессор, умеющий выполнять x86-инструкции. Кроме того, в отличие от классических VLIW-машин, для которых смесь параллельного кода в программах готовили статически (на уровне компилятора), Crusoe делает всё в динамике. Программное ядро Crusoe на лету анализирует исполняемый код, транслирует его в собственный набор инструкций, ищет закономерности, планирует порядок выполнения, прогнозирует ветвления и т.п. Всем этим занимается Code Morphing – программная оболочка между ядром и операционной системой. Один из наших заказчиков, узнав, что Crusoe – это не «чистокровный» x86-процессор, а эмулятор, сразу забеспокоился по поводу совместимости. Беспокойство напрасное. Кроме того, даже Pentium, к примеру, только эмулирует команды x86-процессора, а внутри него давно уже течёт кровь из RISC-подобных инструкций. То же самое касается и многих других x86-процессоров. Отличие Crusoe в том, что блок трансляции x86-команд вынесен наружу, за пределы чипа. Как и многие другие аппаратные функции, трансляцию Crusoe выполняет программно. Кстати, такой подход позволяет выпускать одни и те же процессоры, но с разной системой команд. Кроме того, программный upgrade процессора – это мечта многих про-

изводителей. Знаменитая ошибка Fdiv, обнаруженная у Pentium в 1991 г., заставила Intel потратить 475 млн. долларов на замену чипа. У Pentium II нашли уже более 50 ошибок. Понятно, что если постоянно тратить деньги на замену процессоров, то дешевле закрыть производство. Да, Intel частично решил проблему, придумав технологию reprogrammable microcode. Однако заплатки микрокода не всегда позволяют нейтрализовать ошибки, допущенные на стадии разработки или производства процессора. А Code Morphing – это программа. Поэтому и изменить её на порядок легче.

Ещё одна технология Transmeta, о которой следует упомянуть, – это LongRun. Освобождение ядра от многих компонентов упростило архитектуру Crusoe, уменьшило количество транзисторов в чипе, что, в свою очередь, уменьшило электропотребление и тепловыделение процессора. Однако инженеры Transmeta на этом не остановились. Их фирменная технология энергосбережения LongRun, подстраивающая частоту и напряжения питания процессора в зависимости от его загрузки, позволяет достичь рекордно низких значений электропотребления – от нескольких сотен мВт до 2 Вт.

Тесты (рис. 1) показывают, что производительность Crusoe TM5400 500 МГц на уровне Celeron 400 МГц. Чудес не бывает, программная оболочка вокруг ядра, безусловно, снижает производительность процессора. Однако её достаточно для большинства задач, а по соотношению производительность/электропотребление Crusoe – один из лидеров.

## GEODE GX1

Geode (Жеода) – это кварцевый шарик, образующийся путем заполнения минералами пустот в горных породах, внутри которого, если повезёт, можно найти самоцветы (аметист, горный хрусталь, целестин и т.п.). Не знаю, как насчёт самоцветов, но вот свою «пустоту», свою нишу на рынке процессоров Geode, без сомнения, нашёл. Родоначальник семейства Geode, чип MediaGX, родился в 1997 г. Это был один из первых, если не первый, процессор, выполненный по принципу System-on-Chip (система на одном кристалле). Разместив в одной микросхеме процессорный модуль, видеоконтроллер, аудио, интер-

фейс PCI и контроллер памяти, инженеры Sugh обезопасили систему от потенциальных конфликтов, устранили проблемы конфигурирования для пользователей, повысили надёжность системы. Ну, а самое главное – такая интеграция позволила производителям компьютеров снизить цену готового устройства в целом, поскольку отпала необходимость во многих внешних платах. Первоначально Geode позиционировался как дешёвая альтернатива Intel. Однако процессорный гигант такими темпами наращивал производительность своих чипов, что стало ясно: соперничать с ним в секторе настольных персональных компьютеров – себе дороже. Короче, конкурировать с Pentium не получилось. Зато удалось освоить, а во многом и сформировать нетронутый рынок информационных устройств, т.е. вычислительных систем, не являющихся персональными компьютерами. Web-PDA, интернет-терминалы, «умные» бытовые приборы, мультимедийные приставки к телеприемникам, и т.п. – всем этим приборам требуются дешёвые интегрированные процессоры с низким энергопотреблением. Кроме того, ультранизкая потребляемая и рассеиваемая мощность, позволяющая оказаться от принудительного охлаждения процессора, плюс интегрированная архитектура и малая стоимость Geode заинтересовала производителей встраиваемых систем в промышленности. На сегодняшний день все крупнейшие производители embedded-систем (Advantech, Lippert, Octagon, Fastwel и т.п.) имеют в своём арсенале процессорные модули на базе Geode. В последнее время мы наблюдаем победное наступление на рынок встраиваемых систем ARM-подобных процессоров. Однако они имеют один существенный недостаток – несовместимость с x86. Да, у системы команд x86 много недостатков, сдерживающих увеличение производительности процессоров, однако возможность использования одного и того же базового ПО на любых компьютерах, от КПК до многопроцессорных серверов, – дорогого стоит. Как это ни странно, но самым ярким сторонником x86 является не компания Intel, а AMD. К примеру, интеловский XScale для рынка встраиваемых и мобильных систем – это, как известно, ARM-процессор. А Itani-

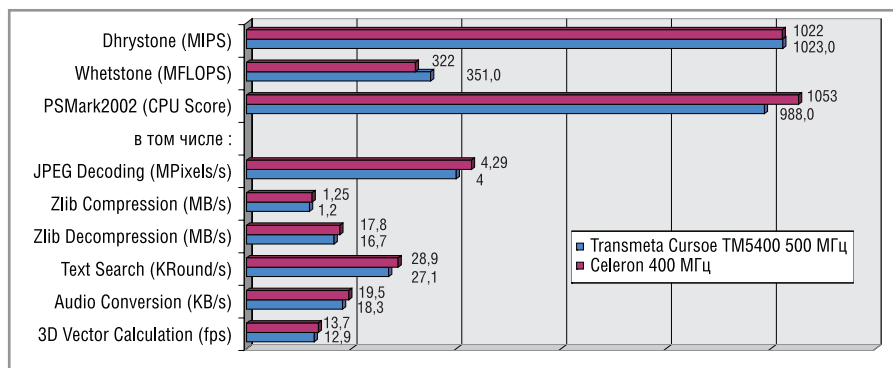


Рис. 1. Сравнение производительности процессоров Crusoe TM5400 500 МГц и Celeron 400 МГц

um для мощных серверов немного ушёл в сторону от x86. Во всяком случае, новый Athlon64 от AMD более совместим с прежним ПО. «x86 повсюду» – такими словами озвучил стратегическую линию AMD её гендиректор Гектор Руиз. А если ещё вспомнить его рассуждения о том, что «из-за огромного числа существующих и разрабатываемых устройств и разнообразия предъявляемых к ним требований компьютерная индустрия нуждается в расширении спектра более специализированных процессоров, отвечающих разным требованиям по стоимости и производительности», – становится понятно, зачем AMD купила у National Semiconductor все права на Geode. AMD обещает в скором времени удивить нас новыми embedded-процессорами, ещё более дешёвыми, ещё более производительными. Будем надеяться, пока же рассмотрим технические характеристики того, что имеем.

Geode GX1 – это 32-битный x86-совместимый процессор, созданный по 0,18-микронной технологии и работающий на частотах 200...333 МГц. Энергопотребление 0,8...5 Вт в зависимости от частоты и нагрузки. Поддержка MMX-инструкций для ускорения мультимедийных приложений. 16 Кб кэш-памяти первого уровня, 6-ступенчатый внутренний контейнер, блок FPU, контроллер памяти, блок управления питанием, PCI-контроллер, контроллер дисплея, 2D-видеоакселератор.

Чипы-компаньоны: CS5530A и CS9211. Первый совмещает аудио-контроллер, контроллер IDE, мост с шиной ISA и портами ввода-вывода и обеспечивает видеоинтерфейс. Второй представляет собой контроллер LCD.

Поддерживаемые ОС: DOS, Windows 2000/98/CE, QNX, Linux.

Думаю, не открою Америки, если скажу, что потребляемая мощность является важнейшей характеристикой для встраиваемых систем. Я имею в виду не только процессор, но и всю систему. Понятно, что мало толку от экономичного процессора, если от энергии, выделяемой остальные чипами, установленными на плате, закипает чайник.

Низкое электропотребление – одно из главных достоинств комплекта Geode GX1. Чтобы не быть голословными, сравним несколько систем (см. рис. 2). В качестве тестовой платформы мы выбрали платы фирмы Advantech в формате Biscuit SBC. Платы этой серии имеют практически одинаковые периферийные интерфейсы, поэтому позволяют сравнивать процессорные системы в равных условиях.

Считается, что рассеиваемая мощность приблизительно составляет 70...80% от потребляемой и что принудительное охлаждение в нормальных условиях обычно требуется при рассеивании более 10...15 Вт. Как мы видим, Geode укладывается в эти энергетические рамки. Однако следует учитывать, что у конкурентов больше частота. И по соотношению производительность/мощность Geode им проигрывает. Продолжая тему производительности, смотрим на рис. 3. Pentium 166 MMX – вот чему приблизительно соответствует производительность Geode GX1 300 МГц.

Конечно, в сравнении с новейшими мобильными процессорами Intel характеристики Geode не впечатляют. Тем не менее, совершенно очевидно, что большинству приложений для встраиваемых систем производительности Geode более чем достаточно. Кто-то из известных программистов сказал: «Можно, разумеется, со-

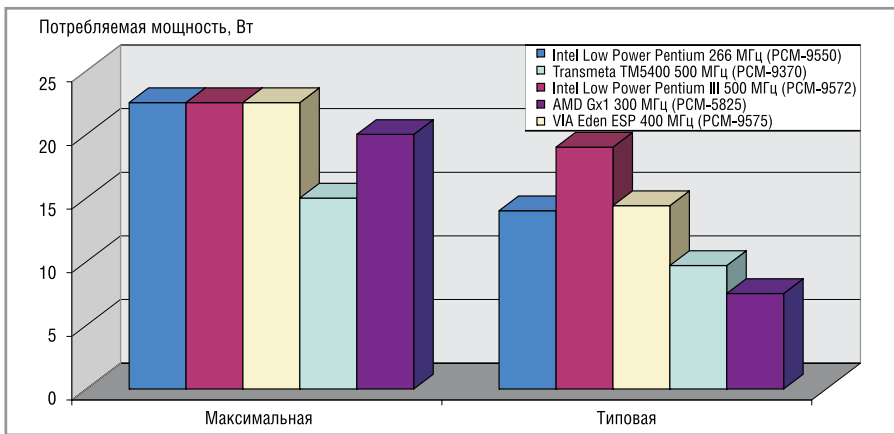


Рис. 2. Мощность потребления процессоров Intel Low Power Pentium 266и МГц, Transmeta TM5400 500 МГц, Intel Low Power Pentium III 500 МГц и AMD GX1 300 МГц и VIA Eden ESP 400 МГц

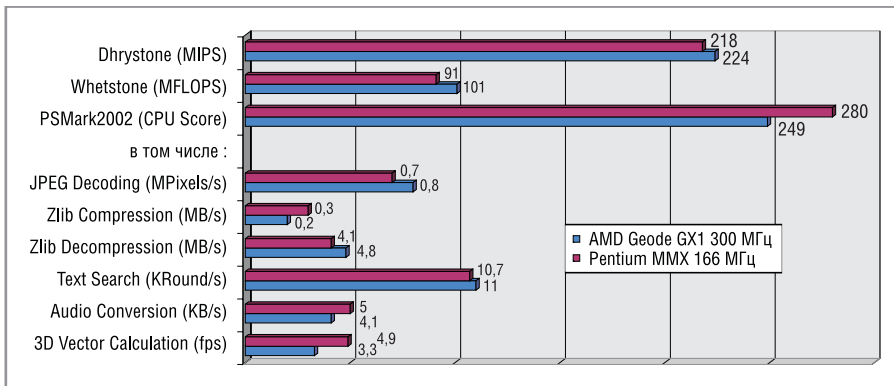


Рис. 3. Сравнение производительности процессоров AMD Geode GX1 300 МГц и Pentium MMX 166 МГц

бирать Феррари для каждого из заказчиков и брать с них цену Феррари, тогда как все, что им нужно, – простой Опель. Однако такой подход характерен для врачей, но не для нас». Я тоже уверен в бесперспективности подобных подходов. Разве ещё не перевелись неискушённые Заказчики на земле русской?

### VIA EDEN ESP 4000

Тайваньская компания VIA, как известно, является выдающимся производителем чипсетов, успешно конкурирующим на этом рынке с Intel. Однако выпускаемая компанией VIA продукция не ограничивается только микросхемами для материнских плат. В списке продаваемых под её маркой продуктов есть и графические решения, и материнские платы, а с недавних пор и процессоры. Первый серийный процессор с логотипом VIA появился в продаже несколько лет назад и назывался VIA Cyrix III. Однако к фирме Cyrix, купленной VIA незадолго до этого события, этот процессор отношения не имеет. Дело в том, что VIA приобрела сразу две фирмы, занимающиеся разработкой процессоров, – Cyrix у

National Semiconductor и Centaur у IDT. Обе компании уже имели почти готовые к производству процессоры. VIA планировала сначала запустить в производство Cyrix. Однако характеристики процессора не удовлетворили руководство компании, поэтому первый серийный процессор имел ядро Samuel, доставшееся VIA в наследство от Centaur. Что касается собственно названия процессора – Cyrix, то VIA просто выбрала из того, что имела, более известную и узнаваемую процессорную марку. Процессоры VIA C3 и Eden ESP 4000 (5000) с ядром Samuel2 – это уже второй опыт тайваньской фирмы на ниве процессорного производства. C3 предназначен для рынка малобюджетных ПК, а Eden ESP – для встраиваемых систем. Поэтому первый выпускается в корпусе PGA под Socket-370, а второй – в низкопрофильном EBGA. Но это снаружи, внутри же всё одинаково. Дело в том, что к embedded-процессорам всегда предъявляются повышенные требования по тепловым и электрическим характеристикам. Поэтому после отбраковки кристаллы, прошедшие тесты на «embedded», становятся Eden, а

остальные – C3. Жёсткий отбор позволяет VIA установить для Eden допустимую температуру ядра в 85°C (против 75°C у C3) и гарантировать работоспособность процессоров Eden при пассивном охлаждении.

Основные характеристики VIA Eden ESP 4000:

- чип, произведённый по технологии 0,15, 0,13 мкм;
- ядро Samuel2 с площадью 52 мм<sup>2</sup>;
- системная шина +GTL с частотой 100 или 133 МГц;
- кэш первого уровня 128 Кб по 64 на адрес и данные;
- кэш второго уровня 64 Кб;
- напряжение питания 1,05 В;
- набор SIMD-инструкций MMX, 3DNow!;
- частота 400 МГц (4 × 100).

Рассмотрим основные идеи, заложенные в архитектуру Samuel2. Во-первых, процессор для embedded-систем должен быть небольшого размера. Это снижает стоимость, потребляемую мощность и увеличивает надёжность. Ядро Eden всего 52 мм<sup>2</sup>, одно из самых малых среди конкурирующих продуктов. Во-вторых, считая, что в типичном приложении из всего набора команд x86-процессора 90% процессорного времени расходуется на исполнение ограниченного количества инструкций, инженеры VIA оптимизировали процессор под доминирующий набор инструкций. В результате некоторые команды выполняются за меньшее число тактов, чем в процессорах Intel. Такое компромиссное решение, с одной стороны, увеличило производительность Eden, с другой стороны, позволило процессору оставаться в энергетических и стоимостных рамках. В-третьих, повышение производительности процессоров путём увеличения количества операций, выполняемых процессором за один такт, всегда умножает сложность процессора и увеличивает размеры кристалла. По мнению VIA, оптимальный способ улучшения производительности процессора – это увеличение тактовой частоты, которую можно поднять и технологическими приёмами. Поэтому в VIA отказались от использования в Eden таких привычных для современных процессоров технологий, как гиперконвейеры, исполнение инструкций не в порядке их следования, спекулятивное исполнение ветвлений и т.п.

В-четвертых, медленная внешняя память во многом снижает производительность процессора. Оттого объём и организация кэш-памяти напрямую влияют на производительность. Инженеры VIA решили увеличить кэш-память первого уровня и TLB (буфер, хранящий соответствие линейных и физических адресов памяти) у Eden до рекордных размеров – 128 Кб. Это больше, чем у любого x86-совместимого процессора. Кроме того, используется «эксклюзивная» система кэш-памяти. То есть данные, хранящиеся в кэше первого уровня, не дублируются в кэше второго уровня. Все эти меры, по мнению VIA, обеспечивают существенный прирост производительности.

Пару слов о недостатках Eden, вернее, о компромиссах, на которые пошли разработчики с целью сохранения баланса между производительностью и стоимостью процессора. «До тех пор, пока процессор Eden ESP будет предназначен главным образом для целочисленных вычислений, производительность FPU не будет для VIA приоритетной» – приблизительно так можно перевести ответ VIA на упреки, касающиеся

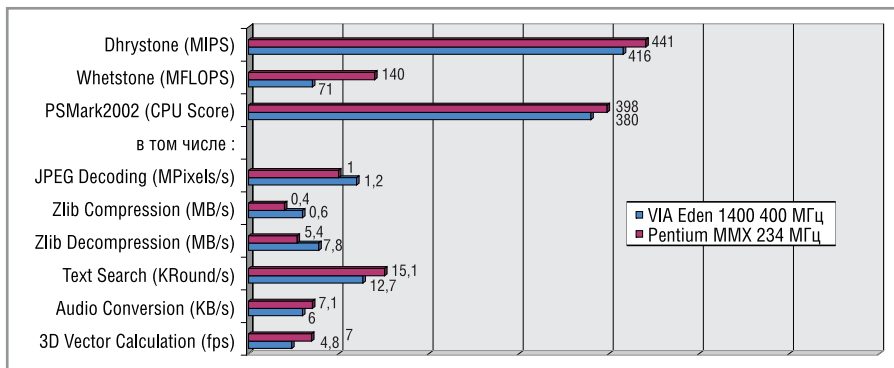


Рис. 4. Сравнение производительности процессоров VIA Eden ESP 400 МГц и Pentium MMX 234 МГц

скорости, а вернее, отсутствия таковой, при выполнении операций с плавающей точкой. После подобных слов не удивительно, что даже частота FP-блока равна половине частоты работы процессора. Такой подход может нравиться или нет, но это официально заявленная позиция VIA. Я не считаю, что медленный FPU-блок сильно навредил популярности Eden, просто надо помнить, что этот процессор создавался не для сложных математических вычислений.

Рисунок 4 даёт представление о производительности Eden ESP 400 МГц. У меня получилось, что Pentium MMX

234 МГц выполняет тесты с такой же скоростью.

Итого. Пытаясь избежать соблазна устроить битву между процессорами, я специально не стал сводить все цифры в одну таблицу. Интеграция периферии, производительность, потребляемая мощность, цена – важнейшие критерии выбора процессора. И у каждой процессорной платформы свои достоинства и недостатки. Идеального же процессора, решающего задачи лучше специализированного DSP, интегрирующего в себе всю периферию, охлаждающего окружающую среду не хуже холодильника и стоящего пару центов, ещё не изготовили. ©

## Минимальная цена бита вашей информации



Флэш-память Интел для встраиваемых приложений

### ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА

- Напряжение питания 3 В обеспечивает низкое потребление энергии
- Объём от 32 до 256 Мбит. Технология хранения 2 бит информации в одной ячейке позволяет уменьшить габариты и стоимость микросхемы
- Специализированные режимы ускоренного чтения burst и page mode
- Расширенный температурный диапазон для жёстких условий эксплуатации
- Богатый выбор программного обеспечения
- Различные типы корпусов, включая BGA

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- Промышленная автоматика
- Бытовые компьютеры
- Промышленные компьютеры
- Бортовые системы управления

**PROSOFT®** ПРОСОФТ – АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА  
 Телефон: (095) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru