

# Czarny mustang z Teksasu

Nareszcie jest – długo oczekiwany, do niedawna owiany mgiełką tajemnicy, pokazywany ukradkiem na zapleczach targowych stoisk. Athlon – następca procesorów popularnej serii K. Czy konkurent Intela przygotował wystarczająco mocny „argument” na pokonanie niezwyciężonego do tej pory Intela?

**A**thlon to nazwa nowego procesora, który pod oznaczeniem kodowym K7 opracowany został w teksaskim oddziale firmy AMD. Zmiana nazewnictwa, zdaniem producenta (uprzednio nowym seriom CPU nadawano w AMD kożnowego projektu i ma niewiele wspólnego ze swoim przodkiem K6. O nowatorstwie Athlona świadczy chociażby fakt, że jest on zaliczany do procesorów siódmej generacji, podczas gdy Pentium III Intela klasyfikowany jest jako procesor szóstej generacji.

Na pierwszy rzut oka zamknięty w obudowie SECC (Single-Edge Contact Cartridge) Athlon jest bardzo podobny do Pentium II i III. Podobieństwo to zostało jednak zachowane jedynie dla obniżenia kosztów produkcji radiatorów i uchwytów – K7 wymaga przecież zupełnie nowego typu płyty głównej. Płyty do Pentium II nie nadają się – procesory Intela komunikują się

bowiem z „resztą świata” za pomocą protokołu GTL+, gdy tymczasem K7 wykorzystuje protokół EV6 (patrz ramka „Magistrala i wieloprocessorowość”), którego licencję AMD wykupił od firmy Digital (też należącej do Compaq). Gniazdo przeznaczone do obsługi nowego procesora ma trafnie dobrane oznaczenie Slot-A. Mimo zgodności mechanicznej jest ono zu-

pełnie niekompatybilne elektrycznie i logicznie z intelowskim odpowiednikiem (Slot-1). Chwilowo nowe gniazdo obsługiwane jest jedynie przez własny chipset AMD Irongate (AGP 25, UltraATA/33), jednak już pod koniec roku możemy spodziewać się kolejnych, bardziej rozbudowanych wersji, obsługujących AGP 45 i UltraATA/66, opracowanych przez VIA i ALI, montowanych na płytach głównych znanych producentów, takich jak Asus, Gigabyte, MSI i FIC.

## Pod maską – 22 miliony „zaworów”

Parametry nowego CPU są imponujące. Na krzemowej płytce o powierzchni 184 mm<sup>2</sup> znajdują się 22 miliony tranzystorów (dla porównania: Pentium III – 9,5 mln tranzystorów na 128 mm<sup>2</sup>, dodatkowo 30,5 mln tranzystorów L2-cache, K-6 – 21 mln). Bardzo duży wzrost wydajności uzyskano dzięki zastosowaniu pamięci L1-cache o rozmiarze 128 KB (Pentium II/III: 32 KB), pracującej z pełną prędkością procesora.

Pierwsze Athlony wyposażone są w 512 KB pamięci podręcznej drugiego poziomu, taktowanej połową częstotliwości procesora. W następnych wersjach planowana jest jednak jej rozbudowa do rozmiaru 8 MB. Ze względu na elastyczną magistralę EV6 cache drugiego poziomu może pracować z różnymi częstotliwościami. Ma to duże znaczenie, szczególnie w przypadku wersji taktowanych wysokimi częstotliwościami, gdzie będzie można zastosować tańsze pamięci o zegarze np. 1/3 wewnętrznego taktu procesora.

## Dopływ świeżych sił

AMD zdobywa też punkty w dziedzinie, w której do niedawna jeszcze niepodzielnie panował Intel – wydajności operacji zmiennoprzecinkowych. Parametr ten

### Dane techniczne

Model	AMD Athlon 600	Intel Pentium III 600
Producent	AMD, USA	Intel, USA
Dostarczył	AMD Polska, Głogów	JTT, Wrocław
Cena (z VAT-em) [zł]	3400	3260
Gwarancja [lata]	1	3
Nazwa kodowa/Kryptonim	K7	P6K Katmai
Gniazdo	Slot-A	Slot-1
Praca w konfiguracji wieloprocessorowej	tak	tak
Taktowanie [MHz]	6 x 100	6 x 100
Napięcie (rdzeń/we-wy) [V]	1,6 / 2,5 (PLL *)	2,0 / 2,0
Cache L1 I/D (instrukcje/dane) [KB]	64 / 64	16 / 16
Cache L2 [KB]	512	512
Częstotliwość pracy cache'u L2	300	300
MMX	●	●
KNI/SSE	○	●
3DNow!	●	○
Numer seryjny	○	●

● - jest, ○ - nie ma \*) dane nie potwierdzone

### technologie

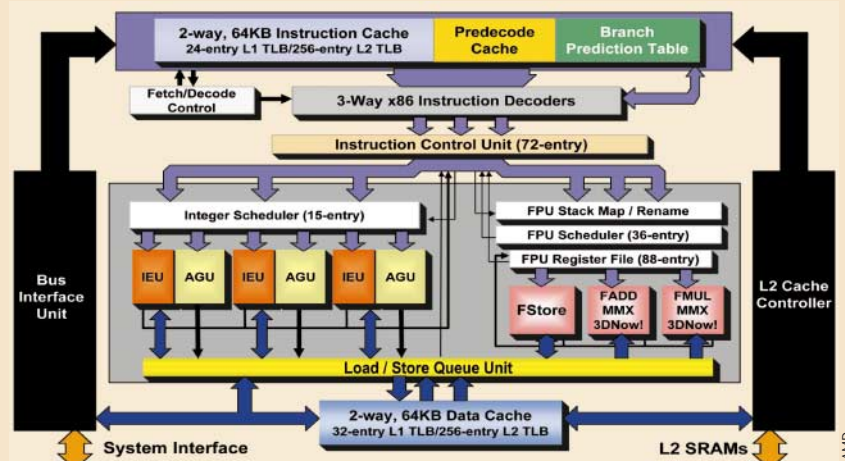
#### Athlon – tajemnice alko

Athlon należy do procesorów superskalarnych tzw. siódmej generacji. Cóż to znaczy? Superskalarność to takie cechy architektury, które pozwalają na wykonywanie wielu (co najmniej dwóch) instrukcji jednocześnie. Już procesory szóstej generacji – Pentium II, III, Celeron, Xeon – mogły w jednym momencie przetwarzać do trzech rozkazów. Nowy CPU AMD również to potrafi. Na czym więc polega różnica? Otóż ze względu na brak symetrii poszczególnych modułów wykonawczych wchodzących w skład procesorów klasy Pentium II (bazujących zresztą na starym dobrym jądrze P6 układu Pentium Pro) zdarzały się sytuacje, w których instrukcje musiały być przetwarzane sekwencyjnie, co idea superskalarności niejako zaprzecza (była więc to raczej pseudosuperskalarność). K7 posiada bardziej symetryczną architekturę, przez co takie sytuacje nie powinny mieć miejsca. Stąd cała klasyfikacja i zaszeregowanie tego procesora do układów nowej generacji.

#### BPT, czyli jak działa Athlon

Trudno jest opisać w kilku słowach efekt kilkuletniej pracy sztabu naukowców i inżynierów, niemniej nie unikając paru uproszczeń – spróbujemy. Schemat na górze przedstawia blokową architekturę K7. Procesor ten składa się z wielu modułów współpracujących i komunikujących się ze sobą oraz światem zewnętrznym. Część z nich odpowiedzialna jest za przetwarzanie rozkazów, część za przetwarzanie, składowanie i transfer danych. Ogólnie można wyróżnić kilka grup modułów: interfejsy (komunikacji z magistralą i pamięcią cache drugiego poziomu), 64-kilobitową pamięć cache pierwszego poziomu dla rozkazów oraz jednostkę pamięci podręcznej o takiej samej wielkości dla danych, jak również dwa najważniejsze zespoły elementów odpowiedzialne za dekodowanie (tzw. front-end) i przetwarzanie instrukcji (tzw. back-end).

Zanim kolejny rozkaz zacznie być wykonywany, najpierw musi znaleźć się w pamięci cache pierwszego poziomu. Na zapewnienie jej wcześniej właściwymi instrukcjami pozwala **tablica przewidywań skoków (BPT – Branch Prediction Table)**, w której Athlon może zapamiętać do 2048 potencjalnych



Schemat blokowy Athlona – skomplikowana struktura wewnętrzna umożliwia wykonywanie do trzech instrukcji x86 w jednym cyklu zegarowym

rozgałęzień programu. Tablica ta tworzona jest dynamicznie, w rezultacie analizy napływających rozkazów. Jeśli są instrukcje rozgałęzień (skoków) – odpowiednie adresy trafiają do tej tablicy. Dla porównania, Pentium II/III ma BPT czterokrotnie mniejszą, większe jest więc prawdopodobieństwo, że procesor ten będzie musiał czekać na „doczytanie” z RAM-u lub L2-cache'u rozkazów, które nie znalazły się w porę w pamięci podręcznej pierwszego poziomu.

#### Ryzyko bycia RISC-iem

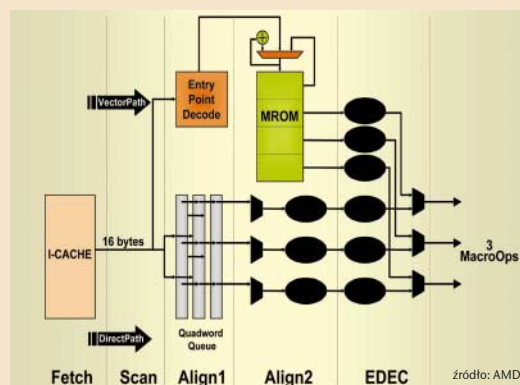
Choć zadaniem Athlona jest przetwarzanie starych, ale wciąż „obowiązujących” rozkazów x86 zmiennej długości (od 1 do 15 bajtów), wywodzących się z zamierzonej architektury typu CISC (Complex Instruction Set Computer), jest on procesorem typu RISC (Reduced Instruction Set Computer). Jednym słowem, rozwiązania typu RISC pozwalają na stosowanie krótkich, prostych rozkazów o stałej długości, które mogą być bardzo szybko wykonywane. O wiele szybciej niż złożone i długie instrukcje typu CISC.

Podobnie jak Pentium II Athlon rozkłada więc rozkazy x86 na mniejsze składniki, tzw. makrooperacje (w nomenklaturze AMD Intel stosuje inne nazewnictwo – mikrooperacje). Proces ten odbywa się w module zwanym **dekoderem instrukcji**, który jest w stanie pobrać do trzech rozkazów jednocześnie. Dekoder selekcjonuje rozkazy ze względu na stopień ich komplikacji. Te prostsze (których w kodzie jest zresztą najwięcej), określane mianem bezpośrednich (Direct Path), są bardzo szybko sprzętowo zamieniane na makroinstrukcje. Instrukcje bardziej skomplikowane (AMD określa je mianem Vector Path) trafiają do **dekodera mikro kodu**, którego zadaniem jest przetworzenie złożonego rozkazu na odpowiednią mu sekwencję makrooperacji. Ze względu na stopień skomplikowania dekodera mikro kodu jest „procesorem w procesorze”, któ-

ry w rzeczywistości wykonuje w kółko program rozkładający złożone instrukcje na makrooperacje. Oznacza to, że część poleceń x86 jest po prostu emulowana. Mimo iż proces ten jest wolniejszy od typowego sprzętowego dekodowania, skomplikowany kod jest na tyle rzadko wykonywany, że nie powinno to mieć większego wpływu na wydajność. Dekoder instrukcji jest w stanie przetworzyć w jednym cyklu trzy rozkazy bezpośrednie lub jeden złożony. Każdy z podmodułów generuje w tym czasie do trzech makrooperacji, tak więc na wyjściu dekodera pojawia się do sześciu makrooperacji jednocześnie. Ponieważ w każdym kolejnym cyklu tylko trzy z nich są przekazywane dalej do **jednostki przetwarzania instrukcji (Instruction Control Unit)**, jest małe prawdopodobieństwo, że kolejka mikrooperacji stanie się nagle pusta.

Na podobnej zasadzie działa dekodery instrukcji procesora Pentium II/III, z tym że odpowiednik dekodera sprzętowego (tzw. simple decoder) przetwarza maksymalnie dwa rozkazy proste (i generuje dwie mikrooperacje) w jednym cyklu zegarowym, natomiast przetwarzający po jednym złożonym rozkazie dekodery mikro kodu (general decoder) generuje jednocześnie do czterech mikrooperacji. Według znawców takie rozwiązanie doprowadza jednak do opróżniania kolejki makrooperacji częściej niż w przypadku Athlona.

Wspomniana wcześniej jednostka przetwarzania instrukcji dokonuje selekcji makropoleceń i umieszcza je w 72-wejściowym **buforze zmiany porządku (ROB – Reorder Buffer)**, skąd kieruje je do odpowiednich modułów wykonawczych – jednostek stało- i zmiennoprzecinkowej. Jednostka stałoprzecinkowa jest 6-drożna, co oznacza możliwość wykonania do sześciu makrooperacji jednocześnie, natomiast jednostka zmiennoprzecinkowa jest 3-drożna. Każda z nich wykonuje stosowne obliczenia, a informacje pobiera i umieszcza w pamięci podręcznej danych pierwszego poziomu. Zasada działania jednostki zmiennoprzecinkowej i sposób komunikacji z otoczeniem omówiono na kolejnych stronach tego artykułu.



Athlon – procesor siódmej generacji ma całkowicie superskalarny dekodery instrukcji

jest szczególnie istotny w przypadku aplikacji multimedialnych, grafiki 3D i programów typu CAD. K7 został wyposażony w trzy pracujące równolegle podjednostki wykonawcze FPU (Floating Point Units), podczas gdy Pentium II posiada jedynie dwie takie jednostki (patrz ramka „Tabliczka (multi)mnożenia”).

Oczywiście nie mogło zabraknąć obsługi zestawu rozkazów MMX i 3DNow!. Mechanizm 3DNow! wzbogacono nawet 24 instrukcjami, ponadto wiele wcześniejszych rozkazów udoskonalono. Do czasu premiery rynkowej powinny być gotowe sterowniki kart graficznych Nvidia, 3dfx i Matrox, zoptymalizowane do

współpracy z Athlonem; niewiele później pojawią się drivery do kart S3 i ATI.

#### Pojedynek procesorowych bolidów

Do pojedynku w laboratorium testowym CHIP-a Intel i AMD zaproponowały najsilniejsze modele swoich procesorów: Ath- ★ 126



## Tabliczka (multi)mnożenia

Wszyscy już dawno zapomnieli o czasach, gdy obliczeniami zmiennopozycyjnymi zajmował się osobny układ – tak zwany koprocesor arytmetyczny (FPU – Floating Point Unit). Procesor zlecał temu chipowi wykonanie odpowiednich operacji, wykorzystując do tego celu magistralę systemową, następnie oczekiwał na wykonanie obliczeń i przesłanie danych z powrotem. Sytuacja zmieniła się diametralnie wraz z wprowadzeniem na rynek układów serii 486DX, wyposażonych w zintegrowaną jednostkę zmiennoprecyzyjną. Wbudowanie FPU uwolniło magistralę, znacznie przyspieszyło obliczenia. Od tej pory wszystkie pecetowe procesory wyposażane są w zintegrowany koprocesor arytmetyczny.

### Jak to było w Pentium II/III

Elementem odróżniającym Pentium II i następne od procesorów poprzedniej generacji jest potokowa organizacja jednostki zmiennoprecyzyjnej. Rozkazy rozkładane są na mniejsze składowe, z których każda przetwarzana jest niezależnie, przechodząc przez kolejne stadia potokowego wykonywania instrukcji. FPU może przykładowo przyjąć kolejny rozkaz przed zakończeniem wykonywania poprzedniego, w momencie gdy wyniki jeszcze wcześniejszej instrukcji dopiero opuszczają koprocesor. W ten sposób jednostka wykonawcza powinna być cały czas zajęta, a przyjęcie następnej instrukcji do przetwarzania (operującej na liczbach pojedynczej precyzji) w wielu przypadkach staje się możliwe już w następnym cyklu zegarowym. Pentium II/III wyposażony jest w dwie jednostki wykonawcze, mogące równolegle przetwarzać dwie różne instrukcje zmiennoprecyzyjne – pierwsza odpowiada za wykonywanie rozkazów dodawania (FADD), druga za mnożenie (FMUL) i inne złożone operacje. Dzięki takiemu rozwiązaniu FPU Pentium II jest ponaddwukrotnie

szybszy od podobnych jednostek stosowanych w Pentium, a nawet w procesorze K6-III firmy AMD, mimo iż w tym ostatnim zastosowano całkiem szybkie rozwiązanie, dzięki któremu rozkazy pojedynczej precyzji wykonywane były jedynie z opóźnieniem dwóch cykli zegarowych.

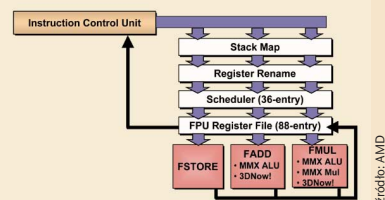
Niestety, nie ma róży bez kolców – FPU stosowany w rodzinie Pentium II/III ma swoje słabe strony. Druga jednostka wykonawcza jest tylko częściowo spotokowana, co w praktyce oznacza, że nie wszystkie rozkazy da się wstępnie przetworzyć w jednym cyklu zegarowym! Na wykonanie instrukcji mnożenia potrzeba dwóch cykli. Tak więc, aby nie doprowadzać do opróżnienia potoków (a co za tym idzie – generowania opóźnień), należy unikać wykonywania dwóch operacji mnożenia jedna po drugiej. Optymalnym rozwiązaniem jest wstawienie po instrukcji mnożenia rozkazu dodawania/odejmowania, który wykonuje się w jednym cyklu. Trudne to zadanie dla programisty (lub kompilatora, ale ponieważ kompilatory piszą też programiści – w sumie na jedno wychodzi), któremu nie zawsze można podać – przestoje murowane!

### AMD: zrobimy to inaczej

I oto na scenie pojawia się Athlon z FPU wyposażonym w trzy całkowicie potokowe, niezależne jednostki wykonawcze. Tak jak w przypadku Pentium II/III pierwsza odpowiada za przetwarzanie instrukcji dodawania/odejmowania, druga – za mnożenie, dzielenie i wykonywanie innych, bardziej złożonych obliczeń. Podstawowa różnica polega na tym, że mnożenie „odbywa się” tylko w jednym cyklu zegara. Na dodatek w jednym cyklu mogą być również wykonywane obliczenia podwójnej precyzji, co powinno szczególnie ucieszyć inżynierów i naukowców operujących na takich właśnie liczbach (Pentium II/III zużywa dwa cykle na takie właśnie operacje, jest więc – pod tym względem – dwukrotnie wolniejszy!). Trzecia jednostka (FSTORE) od-

powiedziana jest nie tylko za przesłanie danych „tam i z powrotem”, ale także za niektóre niskopoziomowe operacje pomocnicze przy wykonywaniu złożonych instrukcji (dzielenie, transpozycja itp.). W tym, co stwierdzono powyżej, tkwi siła Athlona potwierdzona wynikami wielu testów.

Na dodatek nowy procesor AMD obsługuje znane wszystkim instrukcje SIMD (3DNow!), dzięki którym jest w stanie znacznie przyspieszyć wykonywanie blokowych obliczeń zmiennoprecyzyjnych. Listę 21 rozkazów znanych już z K6-II/III rozszerzono do 45. 19 z nich to nowe instrukcje stałoprzecinkowe zaimplementowane w celu zapewnienia większej kompatybilności i konkurencyjności w stosunku do podobnego rozwiązania stosowanego przez Intel (SSE) w Pentium III. Pięć kolejnych to zupełnie nowe rozkazy określające wspólnym mianem DSP. Ich zadaniem jest wspomaganie przetwarzania sygnałów, wykorzystywanego w takich zastosowaniach, jak kodowanie/dekodowanie MP3, AC3, MPEG2, filtrowanie itp. Nowe rozkazy w połączeniu z bardzo wydajnymi jednostkami wykonawczymi powinny dać kolejny wzrost wydajności, jeśli tylko pojawią się aplikacje, które z tych instrukcji będą korzystały.



Trzypotokowa jednostka zmiennoprecyzyjna procesora Athlon

lon 600 MHz z 512 KB L2-cache musiał zmierzyć się z najszybszym, dostępnym od niedawna procesorem Intel – Pentium III 600 MHz. Athlona zainstalowano na płycie głównej AMD z chipsetem Irongate, natomiast dla Pentium III wybrano płytę Asus P2B. Poza tym oba systemy skonfigurowano identycznie – tak jak w opisywanym w poprzednim miesiącu teście procesorów (CHIP 9/99, s. 72): 128

MB RAM (PC-100) oraz STB Velocity V440 (Riva TNT) gwarantowały obu jednostkom identyczne warunki pracy.

Przed rozpoczęciem właściwych pomiarów wykonano testy kompatybilności systemu AMD, które zakończyły się pełnym sukcesem. Ani pod Windows 98, ani pod NT 4.0 czy Linuxem nie pojawiły się najmniejsze zakłócenia. Jedyny problem sprawiły aplikacje diagnostyczne, które nie były w stanie rozpoznać rodzaju i właściwości nowego procesora.

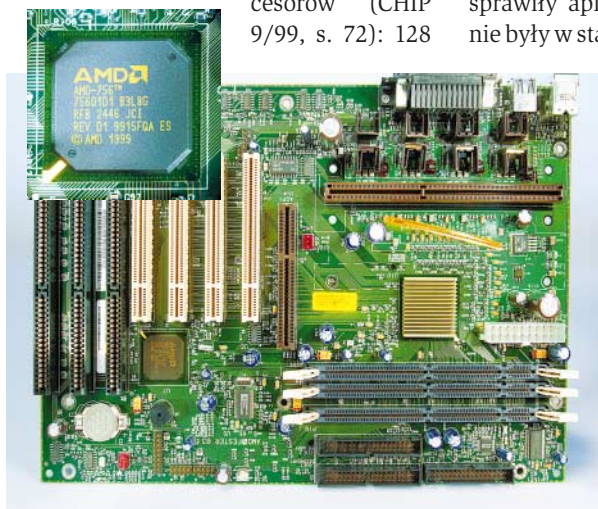
Testy wydajnościowe przebiegły natomiast bez żadnych problemów, zgodnie z procedurą opisaną w poprzednim CHIP-ie (s. 78).

### Na niskim i wysokim poziomie

W pomiarach „biurowych” podstawą oceny (70%) były wyniki testu CHIPMark 1.0 Productivity, korzystającego z modułów Microsoft Works – Word Processor, Spread-

Sheet i Database – oraz aplikacji Intuit Quicken 6. Wyniki testów w tej kategorii były jednoznaczne (patrz tabela na s. XXX). We wszystkich Athlon okazał się szybszy, wykonując testowe zadania w czasie od 3 do 8 procent krótszym. Przewaga CPU AMD była tym większa, im bardziej aplikacje obciążały procesor (w przypadku operacji na tabelach i bazach danych różnice były trudniejsze do zauważenia).

Testy niskopoziomowe wykonane za pomocą programu Benchmark 32 również wykazały większą wydajność Athlona, zarówno w operacjach na liczbach stałych (aż 24%!), jak i zmiennoprecyzyjnych. W tych ostatnich przewaga była symboliczna i kształtowała się na poziomie 3%, niemniej po raz pierwszy w historii procesory firmy AMD pokonały produkty Intel w wyszczególnionym „zmiennoprecyzyjnym” punkcie. Wyniki Benchmarka 32 potwierdziły się również w teście programem SiSoft Sandra 99 Pro, który pokazał 14- (integer) i 2-procentową (FPU) różnicę wydajności. Nieco zastanawiają natomiast rezultaty Wintune’a 98 – tutaj również uwidoczniła się przewaga Athlona, ale – odwrotnie niż w przypadku ★ 129



Testowa platforma Athlona: Płyta główna z chipsetem Irongate produkcji AMD

poprzednich aplikacji – większa, bo aż 8-procentowa była różnica w testach zmienno-przecinkowych i tylko 4-procentowa w stałopozycyjnych. Dużo zależy więc od kodu samego programu i z pewnością programiści będą mogli wiele zrobić, szczególnie przy optymalizacji kompilatorów.

Ciekawe rezultaty dały też pomiary szybkości dostępu do pamięci. W testach przeprowadzonych za pomocą programu Benchmark 32 Athlon uzyskał 17-procentową przewagę. Szczegółowe pomiary wykonane za pomocą Wintune 98 wykazały, że odczyty z pamięci L1-cache były aż o 60% lepsze, z pamięci L2 – o 30-60% (w zależności od wielkości przesyłanych informacji), a z pamięci operacyjnej – 31-42%. W przypadku zapisu sytuacja wyglądała podobnie, poza transmisją do pamięci podręcznej pierwszego poziomu, gdzie PIII uzyskał wynik lepszy o 27%. Ogólnie transfery do pamięci L1 kształtowały się na poziomie 2000 (PIII)-3500 (Athlon) MB/s, do L2 – 1000-1700 MB/s, natomiast pamięć operacyjna pracowała o wiele wolniej, bo z prędkością 360-700 MB/s. Oczywiście dzięki większej pamięci podręcznej pierwszego poziomu spadek prędkości u Athlona nastąpił dopiero w przypadku transferów bloków o wielkości przekraczającej 128 KB.

### Coś dla profesjonalistów

Testy wymagające intensywnej pracy procesora, takie jak wizualizacja grafiki 3D za pomocą Extreme3D (19% szybciej od PIII) wchodzącego w skład oceny zastosowań profesjonalnych czy wyświetlanie wideo w opracowanym przez Intel'a formacie Indeo (ocena w kategorii multimedia lepsza o 20%), pokazały wyraźną przewagę Athlona, niestety, zmniejszoną nieciekawymi rezultatami w grze SpeedBoat Attack, gdzie procesor ten okazał się słabszy aż o 18 procent! Pentium III uzyskał też lepsze oceny w sprawdzianach wykonanych za pomocą Adobe Photoshop, którego kod zoptymalizowany jest tylko i wyłącznie pod kątem obsługi instrukcji SSE. Siedmioprocentowa różnica (na korzyść procesora Intel'a) jest więc tutaj zrozumiata.

Natomiast w przypadku 3D Studio Max rendering testowego pliku Athlon wykonał w czasie krótszym prawie o 29%! Nic dziwnego – aplikacja ta jest zoptymalizowana pod kątem obsługi instrukcji SIMD zarówno procesorów Intel'a, jak i AMD. Największym zaskoczeniem były ★ 130

## podstawy

### Magistrala i wieloprocessorowość

Jednym z najważniejszych elementów różniących Pentium III i Athlona jest interfejs magistrali zewnętrznej. W procesorach PIII/PIII Intel wykorzystuje własny, chroniony patentami standard **GTL+** (Gunning Tranceiver Logic). W płytach głównych zgodnych z tą specyfikacją szyna systemowa taktowana jest częstotliwością 100 MHz, a pamięć pracuje w trybie synchronicznym. Najnowszy chipset Intel'a wykorzystujący GTL+ – Camino (820) – pozwoli na użycie zegara o częstotliwości 133 MHz. Ma on współpracować z pamięciami RAMBUS, będzie również obsługiwał kości typu PC-133.

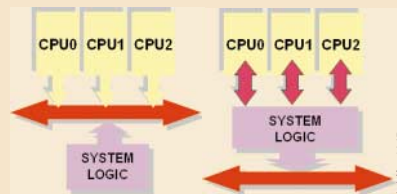
#### Magistrala EV6

AMD przez długi czas korzystał ze standardu Super Socket-7. Wszystkie procesory serii K6 (K6, K6-2, K6-III) wyposażone były w interfejs zgodny z tą (pseudo)specyfikacją. Z biegiem czasu ograniczenia wspomnianej architektury (chipset, procesor, pamięć, szyna) pracowały z identyczną częstotliwością zaczęły dawać się coraz mocniej we znaki. W przypadku Athlona podjęto więc decyzję o zmianie interfejsu na bardziej wydajny. Zrezygnowano z możliwości wykupienia licencji na GTL+ od Intel'a, niezależność w tym przypadku liczyła się bardziej od nowocześnieści. Pozostawały dwa wyjścia – albo rozwijać własne pomysły, albo skorzystać z innych istniejących, nientelowskich rozwiązań. Na horyzoncie pojawiła się magistrala **Alpha EV6** stosowana przez firmę DEC Alpha (a później stowarzyszenie Alpha Group) do procesorów Alpha. Kierownictwo AMD zdecydowało się zakupić licencję na stosowanie tej właśnie magistrali.

EV6 pracuje standardowo z częstotliwością 200 MHz, choć teoretycznie nie jest to górna granica możliwości, wszystko zależy od użytego chipsetu – w przyszłości EV6 może być taktowana wyższymi częstotliwościami (266, 300, a nawet 400 MHz). Zegar 200 MHz pozwala na uzyskanie maksymalnych transferów rzędu 1,6 GB/s (dla porównania GTL+ Intel'a z pamięcią 133 MHz – 1,2 GB/s). Komunikacja z pamięcią odbywa się asynchronicznie, tak więc można będzie stosować kości taktowane częstotliwościami niższymi niż 200 MHz. Procesor – odseparowany od pamięci operacyjnej układami buforującymi chipsetu – jest oczywiście taktowany (zewnętrznie) zegarem 200 MHz.

#### Wieloprocessorowość i protokół Point-to-Point

Poza asynchroniczną komunikacją EV6 kryje inne, również ciekawe cechy. Jedną z nich jest protokół **Point-to-Point** odpowiedzialny za połączenie procesora ze światem zewnętrznym. Krótko mówiąc, Point-to-Point ma umożliwić



**W systemie GTL+ (Pentium II/III/Xeon) procesory komunikują się z pomocą wspólnej szyny systemowej.**

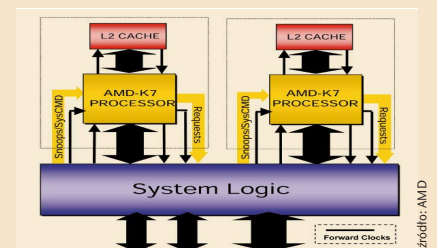
**Protokół Point-to-Point (Athlon, Alpha) separuje od siebie poszczególne komponenty**

efektywną pracę w systemie wieloprocessorowym. W przeciwieństwie do wspomnianej wcześniej specyfikacji GTL+ Intel'a, gdzie procesory dzielą się jedną magistralą, która umożliwia im wspólny dostęp do pamięci i układów wejścia/wyjścia – EV6 zapewnia komunikację poprzez system buforów i specjalny protokół se-

parujący poszczególne układy. Dzięki temu każdy z nich komunikuje się za pośrednictwem chipsetu tylko z jednostką docelową, pracując z pełną, właściwą mu szybkością (o ile nie musi czekać na dostarczenie danych).

O ile w przypadku dwóch CPU współdzielenie szyny systemowej (i pamięci) nie jest jeszcze problemem (przy dobrej optymalizacji 90-95% danych i rozkazów trafia do procesora bezpośrednio z pamięci cache pierwszego i drugiego poziomu), o tyle ich większa liczba niebezpiecznie zwiększa ruch na magistrali (im mniejszy cache, tym większe ryzyko konieczności komunikacji z magistralą, stąd popularne ostatnio tzw. układy „dwuceleronowe” w pewnych specyficznych zastosowaniach mogą okazać się mniej wydajne od analogicznych konstrukcji z procesorami Pentium II/III/Xeon). Może to zmuszać procesory do przestoju i oczekiwania na dane, które nie znajdują się w lokalnej pamięci podręcznej.

Przed oplakany skutkami nadmiernego ruchu chroni procesory serii Pentium II tzw. podwójna, niezależna magistrala (Dual Independent Bus), w przypadku której pamięć L2 cache „podpięta” jest do



**W przypadku magistrali EV6 procesory komunikują się z nią za pomocą tzw. kanałów (Independent Narrow Channels)**

CPU niezależną, odrębną od systemowej magistralą. Odwołuje się więc on „na zewnątrz” tylko wtedy, kiedy nie ma już innego wyjścia (czytaj: nie ma danych w cache'u). Wykorzystany w przypadku EV6 separowany dostęp do urządzeń jest rozwiązaniem dodatkowo chroniącym przed blokowaniem magistrali.

W ramach standardu GTL+ do komunikacji z magistralą procesory wykorzystują jeden interfejs do wymiany danych i adresów oraz jeden do wymiany informacji sterujących. Architektura EV6 bazuje na pojęciu niezależnych „wąskich” kanałów (Independent Narrow Channel), którymi przesyłane są informacje (patrz ilustracja powyżej). Osobny, 72-bitowy kanał transferuje dane, osobny, 13-bitowy – rozkazy sterujące/adresowe procesora (Requests), jeszcze inny, również 13-bitowy – informacje sterujące kierowane do CPU (Snoops/SysCMD). Logika systemowa dba o „zestawienie połączenia” pomiędzy nadawcą i odbiorcą. Jeśli jeden procesor transferuje dane do urządzenia PCI/AGP, a drugi np. w tym czasie chce komunikować się z pamięcią – odbywa się to jednocześnie. Ponadto organizacja kanałowa umożliwia przesyłanie adresu kolejnych danych jeszcze w trakcie transferu poprzednich, co również nie pozostaje bez wpływu na wydajność systemu.

Jeśli nikt tego do tej pory nie zauważył, warto to tutaj wyraźnie zaznaczyć: Athlon jest pierwszym procesorem AMD, który będzie mógł pracować w systemie wieloprocessorowym! Dotychczasowa hegemonia Intel'a (na rynku pecetowych maszyn wieloprocessorowych, oczywiście) nareszcie zostanie przełamana. Jeśli AMD zastosuje odpowiednią politykę cenową, monopol Intel'a na zastosowanie procesorów w pecetowych serwerach i wydajnych stacjach roboczych zniknie – jak za dotknięciem czarodziejskiej różdżki.



## wyniki testu

Model	AMD K6-III/450	AMD Athlon 600	Intel Celeron 466	Intel Pentium II 450	Intel Pentium III 600
CHIPmark 1.0 productivity	243,8	248,0	188,3	195,7	234,9
MIPS (WinTune 98)	1228	1827	1366	1309	1757
Biuro	160	183	135	137	166
Creativity	206,6	311,8	229,7	236,6	283,4
3D Studio MAX 2.5 (rendering animacji) [s]	276	135	213	216	161
WinQuake 320x200 (demo2) [fps]	83,8	142,4	88,4	103,1	127,4
MFLOPS (Floating point operations)	539	745	538	520	692
Profi (FPU, 3D)	124	190	141	147	186
3DMark Result [3DMarks]	3508	4799	3543	3797	4668
MultiMedia Mark (overall) [MMarks]	926	1619	1024	1076	1740
LSX MPEG encoder (AVI->MPEG) [s]	72	38	82	74	66
Quake II (GL, 640x480) [fps]	43,4	81,1	63,4	66,6	72,4
Quake II (soft, 512x384) [fps]	31,4	40,7	28,5	30,7	34,6
Synthetic CPU 3D Speed [CPU 3DMarks]	6926	12245	4226	4352	9081
MMX/FPU (Sandra 99 Pro)	144	154	129	127	166
Multimedia (MMX, SSE, 3DNow!)	143	226	137	145	190
Maks. stabilne ustawienia [MHz]	5x95	6x100	7x66	4,5x112	6x100
Wzrost częstotliwości taktowania	6%	0%	-1%	12%	0%
Wzrost wydajności „podkręconego” CPU	-6%	0%	0%	9%	0%
Teoretyczna korzyść z SIMD (3DMark - Synthetic CPU 3D speed)	162%	98%	0%	0%	66%
Rzeczywisty przyrost wydajności dzięki optymalizacji 3DNow!/SSE (3DMark overall)	35%	6,5%	0%	0%	6,5%

Model	Biuro	Profi (FPU, 3D)	Multimedia (MMX, SSE, 3DNow!)	Cena	Wydajność (POWER)	Wydajność/cena (ECONO)
AMD Athlon 600	183	190	226	3416	198,0	170,6
Intel Pentium III 600	166	186	190	3264	179,2	146,2

jednak rezultaty kompresji MPEG programem LSX-MPEG Encoder (1.0). W tym przypadku Athlon okazał się szybszy o ponad 40%. Daje mu to bardzo dobrą (żeby nie powiedzieć – najlepszą) pozycję np. w zastosowaniach związanych z przetwarzaniem obrazu i grafiki 3D.

## Tryumf Athlona

Mając takie wyniki, wyciągnięcie wniosków nie jest zbyt trudne – w końcu Pentium III niemal w żadnej dyscyplinie testowej nie mógł dotrzymać kroku swojemu rywalowi. Na dodatek wszystkie testy przeprowadzone były na bazie programów zoptymalizowanych pod kątem współpracy z procesorami Intel. Jeśli w przyszłości programiści włożą więcej wysiłku w optymalizację programów dla procesorów AMD, możemy spodziewać się jeszcze większego wzrostu wydajno-

ści, niezależnie od dalszego udoskonalania chipsetu i rozbudowy L2-cache'u.

Wydaje się, że dysponując tak dobrymi osiągnięciami, próby poprawy wydajności procesora poprzez zwiększanie częstotliwości taktowania (overclocking) nie mają większego sensu. Operacja ta jest zresztą trudna do wykonania, gdyż zmiany mnożnika dokonuje się po rozebraniu obudowy procesora (utrata gwarancji!) za pomocą specjalnego sprzętu. Jednak osoby, którym nie wystarczy normalny Athlon, już teraz mogą zamówić w firmie Kryotech specjalny system chłodzenia procesora pozwalający na pracę z częstotliwością 800 MHz (a wkrótce – 1 GHz).

## Czy wreszcie w kasie pojawią się pieniądze?

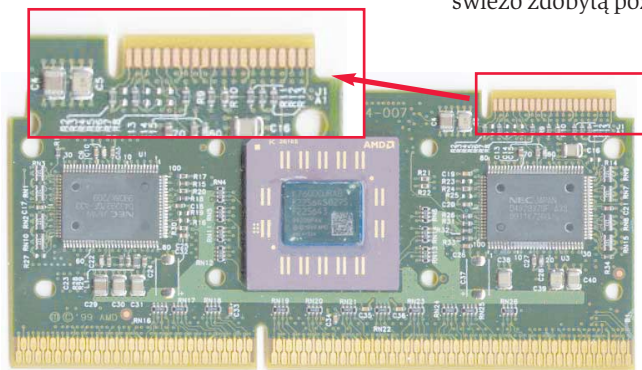
Athlon AMD prowadzi w rankingu najbardziej wydajnych procesorów i cieszy się świeżo zdobytą pozycją. Prawdopodobnie sytuacja ta nie zmieni się w ciągu najbliższych miesięcy, gdyż wszystko wskazuje na to, że prace Intel na nadprocesorem Coppermine przeciągną się do końca roku. Tym samym AMD dokonał rzeczy niebywałej. Wcześniej sytuacja taka miała miejsce przed dwoma laty, kiedy przez kilka tygodni na pierw-

szych miejscach rankingów wydajności znajdował się K6.

Dla AMD tamten sukces miał jednak nieprzyjemne konsekwencje. Zastosowana przez Intel strategię dumpingowych cen dla linii procesorów Celeron doprowadziła AMD do poważnych problemów finansowych i częściowego uzależnienia się od IBM. Nawet jeśli AMD przedstawia tę sytuację w innym świetle, prawda jest taka, że w wypadku porażki Athlona przetrwanie następnego roku byłoby dla tej firmy bardzo trudne.

## Początek nowych wojen cenowych?

Wszystko wskazuje na to, że w branży komputerowej nadchodząca jesień będzie bardzo emocjonująca, a emocje dotyczyć będą przede wszystkim pieniędzy. Wprawdzie AMD stanowczo twierdzi, że na cenę Athlona nie będzie miała żadnego wpływu polityka cenowa Intel, jednak rzeczywistość może wyglądać inaczej. W chwili zamknięcia numeru znane były tylko orientacyjne ceny procesorów Athlon. Sztandarowy model taktowany zegarem 600 MHz ma kosztować około 700 USD, natomiast za wersje 550 i 500 MHz trzeba będzie zapłacić odpowiednio 460 i 300 dolarów, a więc porównywalnie do podobnych modeli procesorów Pentium III. Ceny płyt głównych współpracujących z Athlonem nie były jeszcze jednoznacznie ustalone. Do laboratorium dotarły już jednak pierwsze takie urządzenia (MSI), zbudowane, na razie, na bazie chipsetu Irongate.



Podkręcanie Athlona nie będzie proste. Zmiany mnożnika można dokonać dopiero po rozebraniu obudowy procesora, za pomocą specjalnego urządzenia dopinanego do krótkiego (u góry) złącza. Niestety, czynności te grożą utratą gwarancji!

### Intel wprowadza w życie środki zaradcze

Reakcja Intela była natychmiastowa: najpierw pojawiły się informacje, że po wprowadzeniu na rynek Athlona ceny procesorów Pentium III zostaną obniżone poniżej cen układów AMD taktowanych taką samą częstotliwością. Następnie, w bardzo krótkim czasie został przygotowany Pentium III 600 MHz pracujący z częstotliwością magistrali systemowej 100 MHz. Jednocześnie procesorowy gigant zaatakował CPU K6 firmy AMD, wprowadzając do sprzedaży Celerona 500. Wkrótce czeka nas istny zalew nowości Intela, który, jak wieść niesie, pokonał już problemy techniczne związane z nowymi chipsetem i820, i810e (opiszemy je szerzej w następnym numerze) i jest gotowy do wprowadzenia nowych płyt głównych i procesorów z nimi współpracujących.

Intel może też sięgnąć po inne środki w celu pozbycia się uciążliwego konkurenta. Dotychczas firma ta w dużym stopniu finansowała działania marketingowe tych producentów, którzy w swoich materiałach reklamowych promowali wyłącznie jego procesory. Teraz oferta ta może być zmodyfikowana w taki sposób, że na dofinansowanie będą mogły liczyć jedynie firmy sprzedające wyłącznie układy Intela. Przy bardzo niskich marżach, z jakimi mamy do czynienia w branży komputerowej tego typu argumenty mają duże znaczenie.

### Ryzyko strat

Z całą pewnością zarząd AMD musiał liczyć się z takimi posunięciami przeciwnika. W końcu już od 30 lat konkuruje z potężnym rywalem, którego obrót jest dziesięciokrotnie większy i który zatrudnia pięciokrotnie więcej pracowników (patrz tabela poniżej). Mimo to AMD przez cały czas dotrzymywał Intelowi kroku w wyścigu technologicznym, a teraz po raz

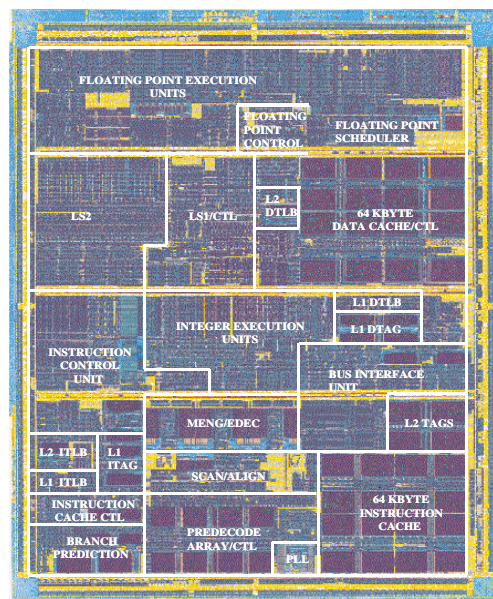
pierwszy wyraźnie wysunął się na prowadzenie i wszystko wskazuje na to, że do końca roku nie odda palmy pierwszeństwa.

O tym, czy AMD odniesie sukces, w dużej mierze zadecyduje uzysk, czyli stosunek liczby sprawnych procesorów do wadliwych powstających w seryjnej produkcji. Szczególnie dużo problemów nastrocza wytwarzanie CPU pracujących z wysokimi częstotliwościami.

Nadal jednak bez odpowiedzi pozostaje podstawowe pytanie: czy AMD będzie w stanie dostarczyć na rynek wystarczającą liczbę Athlonów? Już w przypadku K6-2, a szczególnie K6-3 wysoki odsetek odrzutów produkcyjnych sprawił, że na wystarczające dostawy mogli liczyć jedynie najwięksi odbiorcy natomiast w sprzedaży detalicznej układy te były niemal niedostępne. W najbliższym czasie pierwsze systemy z procesorem Athlon powinny pojawić się w ofercie dużych producentów komputerów, takich jak Compaq, HP czy IBM, kiedy jednak prywatni użytkownicy będą mogli nabyć Athlona w sklepie – na razie nie wiadomo.

### Czy ruszy produkcja Athlonów w Niemczech?

Przyszłość AMD rozstrzygnie się za naszą zachodnią granicą. Druga, nowa fabryka procesorów w Dreźnie (pierwsza znajduje się w Austin w Teksasie) jest w pełni przystosowana do produkcji Athlonów. Jeśli na początku przyszłego roku pojawią się tutaj jakieś przestoje, dla AMD może to oznaczać katastrofę, podczas gdy Intel będzie mógł dyktować ceny procesorów zgodnie z własnym uznaniem. Jeżeli jednak wszystko pójdzie gładko, ceny komputerów zaczną spadać szybciej niż kiedykolwiek w ciągu ostat-



Tak wygląda krzemowa płytka Athlona. Na chipie, poza jednostkami wykonawczymi, zmieszczono 128-kilobajtowy cache pierwszego poziomu

nich burzliwych lat. Życzymy więc Athlonowi wszystkiego najlepszego!

Jerzy Michalczyk

Już po zamknięciu artykułu AMD przedstawił Athlona taktowanego zegarem 650 MHz, Intel natomiast wprowadził obniżki cen swoich CPU (sięgają aż do 40%).

## info

### Grupa dyskusyjna

**Uwagi i komentarze do artykułu:**  
[news://news.vogel.pl/chip/artykuly](http://news.vogel.pl/chip/artykuly)  
**Pytania techniczne do poruszanych w tekście zagadnień:**  
[news://news.vogel.pl/chip.hardware](http://news.vogel.pl/chip.hardware)

### Internet

**Oficjalne strony AMD poświęcone Athlonowi:**  
<http://www.amd.com/athlon/>  
**Internetowe recenzje i opisy procesora:**  
<http://www.firingsquad.com/hardware/athlon600preview/>  
<http://www.super7.net/cpus/AMD/K7/k7preview1.htm>  
<http://www.arstechnica.com/cpu/3q99/athlon/athlon-1.html>  
**Informacje o nowych procesorach:**  
<http://www.azillionmonkeys.com/qed/newcpus.html>  
**Wszystko o Athlonie:**  
[http://www.jc-news.com/pc/article.cgi?AMD/Everything\\_K7/01](http://www.jc-news.com/pc/article.cgi?AMD/Everything_K7/01)  
**Polski serwis poświęcony CPU AMD:**  
<http://www.amd.strefa.com/>

**CHIP 10/99** Na dołączonym do CHIP-a CD-ROM-ie w dziale CHIP-offline | Hardware | Athlon vs Pentium III znajduje się dokumentacja najnowszego procesora AMD

### Porównanie Intel - AMD

	Intel	AMD
Rok założenia	1968	1969
Siedziba	Santa Clara, Kalifornia	Sunnyvale, Kalifornia
CED (przewodniczący)	Craig R. Barret	W. J. Sanders III
Liczba pracowników, lipiec 1999	55300	13500
Obrót, 1998	26,3 mld USD	2,5 mld USD
Zysk/strata 1998	6,1 mld USD	-104 mln USD
Obrót	13,6 mld USD	1,2 mld USD
Zysk/strata 1. połowa 1999	3,7 mld USD	-49 mln USD
Liczba fabryk CPU	15	2
<b>Premiery procesorów</b>		
386	1985	1991
486	1989	1993
Pentium - K5	1993	1996
Pentium MMX - K6 MMX	1996	1997
P II - K6-2	1997	1998
P III - K6-3	Luty 1999	Maj 1999
Merced - AMD-Athlon	Koniec 1999	Sierpień 1999