





Curierul Național

# Седьмое поколение процессоров

Процессор Pentium 4, выпущенный в ноябре 2000 года, представляет собой совершенно новое поколение процессоров (рис. 3.60). Если вместо имени ему присвоить порядковый номер, это будет процессор 786, так как он является представителем другого поколения, отличающегося от предыдущих процессоров класса 686.



# Основные технические характеристики процессора Pentium 4

- Тактовая частота процессора находится в диапазоне 1,3-3,8 ГГц и выше
- Количество транзисторов - 42 млн., 0,18-микронная технология, площадь кристалла - 217 мм<sup>2</sup>
- Количество транзисторов - 55 млн., 0,13-микронная технология, площадь кристалла - мм<sup>2</sup>
- Количество транзисторов - 125 млн., 0,09-микронная технология, площадь кристалла - мм<sup>2</sup>
- Программная совместимость с предыдущими 32-разрядными процессорами Intel.
- Тактовая частота шины процессора 400, 533, 800 или 1066 МГц.
- Арифметико-логические устройства (АЛУ) работают на удвоенной частоте ядра процессора.
- Гиперконвейерная технология (20 или 31 ступень).
- Нестандартное выполнение инструкций.
- Расширенное прогнозирование ветвления.
- Кэш-память первого уровня объемом 20 Кбайт (кэш контроля выполнения команд объемом 12 Кбайт плюс 8 Кбайт кэша данных).
- Ассоциативная восьмиуровневая 128-разрядная кэш-память второго уровня объемом 256 Кбайт, работающая на частоте процессора.
- Кэш-память второго уровня позволяет обрабатывать до 4 Гбайт ОЗУ и поддерживает код коррекции ошибок (ECC).
- 144 новых инструкции SSE2 для обработки звуковых и графических данных.
- Инструкции SSE3. Содержат все инструкции SSE2, а также 13 новых инструкций для обработки графики и звука (первым процессором, поддерживающим данные инструкции, стал Pentium 4 Prescott).
- Расширенный модуль выполнения операций с плавающей запятой.
- Несколько режимов понижения потребления мощности

Компания Intel отказалась от использования римских цифр для обозначения процессоров, отдав предпочтение стандартной арабской нумерации. Pentium 4 представляет новую архитектуру NetBurst, включающую в себя гиперконвейерную технологию, механизм быстрого выполнения операций, системную шину с рабочей частотой 400/533/800/1066 МГц и кэш-память контроля выполнения команд. Гиперконвейерная технология позволяет удвоить по сравнению с Pentium III (а также Athlon/Athlon 64) интенсивность конвейерной обработки инструкций, что связано с уменьшением величины шага выполняемых операций. Это также дает возможность использовать более высокие тактовые частоты. Механизм быстрого выполнения позволяет двум целочисленным арифметико-логическим устройствам (АЛУ) работать с удвоенной частотой процессора, что делает возможным выполнение инструкций в течение полутакта. Системная шина с рабочей частотой 400/533/800/1066 МГц представляет собой учетверенную шину, взаимодействующую с системным тактовым генератором с частотой 100/133/200/266 МГц, что позволяет передавать данные четыре раза за один такт. Кэш-памятью контроля выполнения команд является высокопроизводительный кэш первого уровня, содержащий примерно 12 Кбайт декодированных микроопераций. Это позволяет удалить дешифратор команд из основного выполняемого конвейера, что повышает производительность процессора. Из всех перечисленных компонентов, самый большой интерес вызывает быстродействующая шина процессора. В техническом аспекте она представляет собой учетверенную шину подкачки с частотой 100/133/200/266 МГц, передающую данные четыре раза за один такт (4x) для достижения рабочей частоты 400/533/800/1066 МГц. Ширина шины равна 64 разрядам (т.е. 64 бит, или 8 байт), следовательно, ее пропускная способность составляет 3 200, 4 266, 6 400 или 8 532 Мбайт/с.

Как видно, пропускная способность шины процессора Pentium 4 в точности соответствует быстродействию типов памяти RDRAM и DDR SDRAM. Двухканальная память подразумевает применение однотипных парных модулей. Двойные банки памяти PC1600, PC2100 или PC3200 DDR SDRAM менее дорогие, чем такие их конкуренты, как RDRAM. Именно поэтому практически все новые наборы микросхем, включая 865 (Springdale) и 875 (Canterwood) для Pentium 4, поддерживают только модули памяти стандарта DDR SDRAM.

В 20-уровневой конвейерной внутренней архитектуре отдельные инструкции разбиваются на несколько подуровней, что было характерно, например, для процессора RISC. К сожалению, подобная технология приводит к увеличению числа циклов, требующихся для выполнения инструкций, если они, конечно, не оптимизированы для данного процессора. Эталонные тесты ранних версий, проводимые с имеющимся программным обеспечением, показали, что при выполнении определенных задач процессоры Pentium III или AMD Athlon находятся примерно на одном уровне, а в чем-то даже и превосходят Pentium 4. Но теперь, когда приложения модифицируются непосредственно для работы с конвейерной архитектурой Pentium 4, подобное положение вещей изменилось.

В первых конструкциях Pentium 4 использовалось гнездо Socket 423, содержащее 423 вывода, расположенных по схеме 39x39 SPGA. В более поздних версиях используется гнездо Socket 478, содержащее дополнительные выводы, предназначенные для будущих более быстрых вариантов микросхемы. Процессор Celeron 4 никогда не разрабатывался для установки в гнездо Socket 423, поскольку предназначался для Socket 478. Это дает возможность приобрести систему с гнездом Socket 478, которая пригодится для дальнейшей модернизации с небольшими финансовыми затратами. Технические характеристики различных версий процессора Pentium 4 приведены в табл. 3.48. Как видите, в таблице перечислено очень много моделей Pentium 4; можно насчитать не менее шести различных поколений Pentium 4, которые отличаются рядом ключевых моментов.

- Процессоры для гнезда Socket 423.
- Процессоры для гнезда Socket 478.
- Процессоры с поддержкой технологии Hyper-Threading для гнезда Socket 478.
- Процессоры Extreme Edition (оснащены кэш-памятью L3) для гнезда Socket 478.
- Процессоры для гнезда Socket T (LGA775).
- Процессоры с поддержкой расширений EM64T для гнезда Socket 775 (64-bit extensions).

# Pentium 4 Extreme Edition

В ноябре 2003 года Intel представила версию Extreme Edition процессора Pentium 4. Данный процессор оказался первым процессором для ПК, оснащенным кэш-памятью третьего уровня L3. Процессор Pentium 4 Extreme Edition (или просто Pentium 4EE) - это немного откорректированная версия ядра Prestonia процессора Xeon (он предназначен для серверов и рабочих станций), который оснащался кэш-памятью третьего уровня L3 с ноября 2002 года. Pentium 4EE оснащен кэш-памятью третьего уровня L3 объемом 2 Мбайт, что привело к увеличению количества транзисторов до 178 млн., т.е. значительно больше, чем у Pentium 4. Поскольку при использовании 0,13-микронной технологии размеры ядра были очень велики, производство процессора оказалось весьма дорогостоящим, поэтому и розничная цена была довольно высокой. Процессор Pentium 4 Extreme Edition рассчитан прежде всего на заядлых поклонников компьютерных игр, которые согласны доплатить за повышенное быстродействие. При выполнении стандартных бизнес-приложений дополнительная кэш-память практически бесполезна, однако она оказывается весьма кстати при запуске требовательных к ресурсам игр.

В 2004 году были представлены обновленные версии Pentium 4 Extreme Edition. Эти процессоры базируются на 90-нанометровом (0,09-микронном) ядре Pentium 4 Prescott; при этом они оснащаются кэш-памятью L2 объемом 2 Мбайт вместо 512 Кбайт, свойственных обычным процессорам Pentium 4 на ядре Prescott.

Процессоры Pentium 4 Extreme Edition Prescott кэш-памятью L3 не оснащаются.

Процессоры Pentium 4 Extreme Edition выпускаются для гнезд Socket 478 и Socket T; при этом тактовые частоты составляют от 3,2 до 3,4 ГГц (Socket 478) и от 3,4 до 3,73 ГГц (Socket T).

# Восьмое поколение процессоров (64-разрядные)

2001 году Intel представила первый 64-разрядный серверный процессор Itanium, за которым в 2002 году последовала его улучшенная версия Itanium 2. В 2003 году AMD также представила первый 64-разрядный процессор для настольных компьютеров Athlon 64 и его серверную 64-разрядную версию Opteron. В 2004 году Intel представила процессоры Pentium 4 с поддержкой 64-разрядных расширений, предназначенные для настольных ПК, а в 2005 году - 64-разрядные версии процессоров Xeon для рабочих станций и серверов, а также новые 64-разрядные процессоры для настольных ПК: Pentium Extreme Edition и двухъядерные Pentium D. Далее рассматриваются основные характеристики этих процессоров, а также различия в подходах компаний Intel и AMD к внедрению 64-разрядных вычислений в сегментах настольных ПК и серверов.



# Itanium и Itanium 2

Процессор Itanium был представлен в мае 2001 года и в настоящее время является наиболее производительным процессором Intel, предназначенным главным образом для серверного рынка. Если бы Intel все еще использовала числа для наименования процессоров, то Itanium на полном основании получил бы название 886, как процессор восьмого поколения семейства Intel. Он представляет собой наиболее значительное архитектурное достижение со времен процессора 386.

Процессор Itanium является первым в семействе IA-64 (64-разрядная архитектура Intel), содержащим новаторские, повышающие производительность системы средства, к числу которых относятся предсказание и упреждающее выполнение.

Процессоры Itanium и Itanium 2 не предназначены для замены Pentium 4. Процессоры имеют уникальную и весьма дорогостоящую архитектуру, поэтому используются главным образом в файловых серверах или высокопроизводительных рабочих станциях.

1. В корпусе, работает на полной частоте ядра, 128-разрядный.
2. В ядре, работает на полной частоте ядра, 128-разрядный.
3. Оптимизирован для работы в двухпроцессорных системах (DP Optimized).
4. Также доступен в экономичной версии.
5. Оптимизирован для работы в многопроцессорных системах.

В процессорах Itanium/Itanium 2 впервые используются три уровня кэш-памяти, хотя кэш-память третьего уровня ранее была интегрирована в некоторые системные платы и работала с существенно меньшей тактовой частотой. Встроенная в ядро процессора, кэш-память третьего уровня работает на полной его рабочей частоте.

Основные технические характеристики процессора Itanium приведены ниже.

- Адресация до 16 Тбайт (терабайт) физической памяти (44-разрядная шина адреса).
- Полная совместимость с 32-разрядными инструкциями аппаратного обеспечения.
- Технология EPIC (Explicitly Parallel Instruction Computing), позволяющая выполнять до 20 операций за один такт.
- Два целочисленных модуля и два блока памяти, позволяющие выполнять до четырех инструкций в течение одного такта.
- Два модуля FMAC (Floating-point Multiply Accumulate) с 82-разрядными операндами.
- Каждый модуль FMAC позволяет выполнить до двух операций с плавающей запятой в течение одного такта.
- Два дополнительных модуля MMX, каждый из которых позволяет выполнить до двух операций FP с обычной точностью.
- В целом в течение одного такта может быть выполнено до восьми операций FP (Floating-point).
- 128 регистров для работы с целыми числами, 128 регистров с плавающей запятой, 8 регистров разветвления, 64 регистра предиката.

Процессор Itanium 2 поддерживает дополнительно две функции.

- Частота шины 400 МГц (по сравнению с частотой шины 266 МГц у процессоров Itanium).
- 128-разрядная шина процессора (по сравнению с 64-разрядной шиной процессора Itanium).

Первые процессоры Itanium и Itanium 2 создавались по 0,18-микронной технологии; при создании последующих версий будет использоваться уже 0,13-микронная технология, что позволит повысить рабочую частоту процессора и увеличить объем кэш-памяти.

В процессоре Itanium используется новый тип корпуса Pin Array Cartridge (PAC). Этот корпус содержит кэш-память третьего уровня и подключается в разъем PAC418 (418 выводов), установленный на системной плате. Размеры корпуса составляют примерно 75x125 мм, вес - около 170 г. В нижней части корпуса находится металлическая пластина, предназначенная для рассеивания тепла (рис. 3.62). Корпус Itanium имеет четыре фиксатора, используемых при установке процессора в системную плату.

Процессор Itanium 2, имеющий кодовое название McKinley (рис. 3.63), был официально представлен в июне 2002 года. Он имеет более высокую пропускную способность шины процессора (6,4 Гбайт/с), более высокую тактовую частоту и встроенную в кристалл процессора кэш-память третьего уровня с удвоенным объемом (по сравнению с оригинальным процессором Itanium). Благодаря этому общая скорость обработки данных этого процессора увеличилась примерно в два раза. Процессор Itanium 2 содержит интегрированную кэш-память трех уровней, а значит, нет необходимости в картридже (см. рис. 3.63). Процессоры Itanium и Itanium 2 не взаимозаменяемы, так как поддерживаются разными наборами микросхем.

Процессоры Itanium и Itanium 2 поддерживаются целым рядом операционных систем, в том числе Microsoft Windows XP 64-bit Edition и 64-разрядная Windows Advanced Server Limited Edition 2002, Linux (от четырех компаний: Red Hat, SuSE, Caldera и Turbo Linux), а также ряд версий Unix (HP-UX компании Hewlett-Packard и AIX компании IBM).

# AMD Athlon 64 и Athlon 64 FX

Процессоры AMD Athlon 64 и Athlon 64 FX, представленные во второй половине 2003 года, являются первыми 64-разрядными процессорами, предназначенными для настольных ПК. К семейству 64-разрядных процессоров AMD также относится Opteron, созданный для использования в серверных системах. Процессор Athlon 64 FX представлен на рис. 3.64.

Рис. 3.64. Процессор AMD Athlon 64 FX (Socket 939). Фотография любезно предоставлена компанией AMD

Помимо поддержки 64-разрядных инструкций, существенное отличие Athlon 64 и Athlon 64 FX от других процессоров состоит в том, что они оснащены встроенным контроллером памяти. Обычно контроллер памяти встроен в северный мост или соответствующий модуль hub-архитектуры на системной плате, однако в случае Athlon 64 и Athlon 64 FX контроллер памяти расположен непосредственно в процессоре. Это означает, что шина процессора отличается от других решений. В случае использования традиционной архитектуры процессор взаимодействует с северным мостом набора микросхем, который, в свою очередь, взаимодействует с памятью и другими компонентами системы.

Поскольку процессоры Athlon 64 и Athlon 64 FX оснащены интегрированным контроллером памяти, они взаимодействуют с памятью напрямую, а к северному мосту обращаются при необходимости взаимодействия с другими компонентами. Это позволило значительно повысить быстродействие не только обмена данными с памятью, но и процессорной шины в целом. Основное различие между процессорами Athlon 64 и Athlon 64 FX заключается в различном объеме кэш-памяти второго уровня L2 (а также в том, что эти процессоры допускают увеличение коэффициента умножения).

Далее перечислены основные характеристики Athlon 64 и Athlon 64 FX.

- Тактовые частоты от 1,8 до 2,4 ГГц и больше.
  - 105,9 млн. транзисторов, 0,13-микронный технологический процесс.
  - 12-стадийный конвейер.
  - Одноканальный или двухканальный 72-разрядный (64 бит, поддержка ECC) интерфейс памяти, интегрированный в процессор (вместо микросхем северного моста или MCP, как в других наборах микросхем).
  - Кэш-память первого уровня объемом 128 Кбайт.
  - Кэш-память второго уровня объемом 512 Кбайт или 1 Мбайт.
  - Поддержка технологии AMD64 (также называемой IA-32e, x86-64 или EM64T), добавляющей 64-разрядные расширения к традиционной 32-разрядной архитектуре x86.
  - Высокоскоростное соединение Hypertransport (6,4 или 8,0 Гбайт/с) с набором микросхем.
  - Адресация оперативной памяти объемом до 1 Тбайт, что преодолевает аналогичное ограничение, существующее для 32-разрядных процессоров.
  - Поддержка инструкций SSE2 (инструкции SSE, а также 144 новые инструкции для обработки графики и звука).
  - Несколько энергосберегающих состояний.
  - 130-нанометровый (ядра ClawHammer и Newcastle) или 90-нанометровый (ядра Winchester, Venice и San Diego) технологический процесс.
- Отличия процессора Athlon 64 FX от стандартного процессора Athlon 64 перечислены ниже.
- Поддержка только гнезд Socket 939 и Socket 940 (первые версии).
  - Двухканальный контроллер памяти DDR с поддержкой ECC.
  - Версии для гнезда Socket 940 требуют использования регистровой памяти.
  - Тактовая частота от 2,2 до 2,8 ГГц.
  - Кэш-память второго уровня L2 объемом 1 Мбайт.

