

**ЭВОЛЮЦИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ
В СВЕТЕ СИСТЕМНЫХ РЕШЕНИЙ КОМПАНИИ INTEL**
Бабаков А.В. Васильев В.С. Игнатов Ф.В. Панасюк А. И. Шаталов П. С.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Непомнящий О.В.
Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день компания Intel – крупнейший в мире производитель микропроцессоров и средств сопряжения. С самых первых выпущенных микросхем (биполярное оперативно-запоминающее устройство 3101 Schottky/RAM) Intel динамично внедряет в свои изделия передовые информационные технологии, что позволяет корпорации удерживать лидирующие позиции в данной области. Основываясь на данном факте, можно с уверенностью утверждать, что эволюция микропроцессоров общего назначения наглядно демонстрируется при изучении эволюции микропроцессоров компании Intel.

История развития микропроцессоров берет свое начало с лампового процессора ENIAC, тем не менее, кардинальным прорывом в данном направлении явилась интегральная микросхема, а первыми серийными микропроцессорами следует считать микропроцессоры Intel [1]. Компания Intel предложила решения на базе 4004 с предшествующими ему 4001, 4002, 4003, и, наконец, первый серийный микропроцессор 8-разрядный 8008.

На данном этапе основное значение в эволюции развития микропроцессорной техники состояло в появлении первых полусерийных микропроцессоров, которые применялись в калькуляторах, терминалах «ввода-вывода» и автоматах бытового розлива. Процессор 8008 явился следующим шагом в развитии после 4040, здесь основными отличиями явились – 14-битная адресация памяти, 8-битная шина данных и увеличение разрядности регистров с 4 до 8 [1].

Вторым, более существенным прорывом в данном направлении, как указывалось выше, было появление первого серийного микропроцессора 8080, более того, данный микропроцессор имел весь необходимый комплект интегральных схем (контроллер прямого доступа к памяти, контроллер электронно-лучевой трубки, контроллер накопителя и т.д.) для реализации достаточно мощного по тем временам персонального компьютера. Теперь персональные компьютеры могли выпускаться серийно. Именно этот факт и выдвинул Intel в мировые лидеры производства микропроцессоров.

Бурное развитие средств вычислительной техники подразумевало не менее бурное развитие программного обеспечения. Со временем архитектура Intel 8080 и его функциональные возможности уже не устраивали разработчиков и пользователей. Процессор имел 16-разрядную шину адреса и 8 разрядную шину данных, 7-8-битных регистров, которые могли объединяться в пары для обработки 16-разрядных чисел. Стек процессора теперь был расположен во внешней памяти. В процессоре использовалась линейная организация памяти и он мог адресовать 64 Кбайт памяти.

Следующим серьезным шагом на пути развития стало появление 16-разрядного Intel 8086, ознаменовавшего развитие CISC-архитектуры. Именно здесь фирма Intel заложила основы сегментного разбиения адресного пространства (позже названного реальной адресацией), что упростило использование отдельных областей памяти программы, ее данных и стека. Именно здесь была сделана первая попытка организации потока команд через 6-байтовую очередь команд и удачная попытка совмещения на аппаратном уровне 20-разрядной шины адреса и 16-разрядной шины данных, что позволило адресовать до 1 Мбайт памяти [2]. Увеличение разрядности шины данных повлек-

ло за собой необходимость использования более дорогих специализированных схем, поэтому дополнительно был выпущен микропроцессор 8088 с 8-разрядной шиной данных, который использовался в оригинальных IBM PC. Несмотря на дорогие вспомогательные микросхемы, 8086 применялся в микрокомпьютерах Мусгон 2000 и машинах для обработки текстов. Не менее важным шагом компании Intel стало появление технологии многопроцессорной обработки данных системного и шинного арбитража. Здесь компания Intel впервые предложила использование дополнительного сопроцессора математической обработки данных — 8087.

Как и его предшественники, 8086 мог функционировать только в однозадачном режиме, хотя и имел возможность многопроцессорного функционирования, но для этого требовалось задействовать ряд дополнительных схем, таких как арбитр шины 8289, который включался в набор интерфейсных кристаллов 8086, и контроллер шины 8288, обеспечивающий связь с шиной системы. В таких системах на базе 8086 было возможно использование процессоров двух типов: независимых и подчиненных (сопроцессоров, таких как 8087). Независимый процессор выполнял свой собственный поток команд. Сопроцессор отличался от него тем, что следил за выполнением потока команд центральным процессором, идентифицировал в этом потоке свои команды и выполнял их, таким образом расширяя набор команд центрального процессора.

Усовершенствованный вариант 8086 представил собой 80186, в состав которого вошли средства, которые ранее реализовывались 10 отдельными микросхемами, сюда относятся контроллеры прямого доступа к памяти со схемами прерывания, дешифраторы адреса, трехканальный программируемый таймер (счетчик), генератор синхронизации, программируемый контроллер прерываний. Применение данного процессора нашел в работе с управляющими приложениями и в высокоинтеллектуальных периферийных адаптерах. Также же был выпущен 8-ми разрядный вариант микропроцессора – 80188 [2].

На смену однозадачным процессорам фирма Intel предложила первый мультизадачный 80286. Появившийся в этом микропроцессоре защищенный режим позволял работать с виртуальной памятью, уровнями привилегированности задач и контекстами задач. Многозадачность реализовывалась благодаря возможности смены контекста текущей задачи на время выполнения другой. До выпуска этого микропроцессора единственным режимом работы являлся реальный режим, не поддерживающий многозадачность [1].

Согласно общей тенденции увеличения разрядности, следующим продуктом фирмы Intel стал 32-разрядный 80386. Помимо увеличенного числа выводов микросхемы, производительность возросла из-за увеличения тактовой частоты микропроцессора и более эффективной реализации команд. Новый i386 существенно отличался от своего предшественника наличием режима “виртуальный 8086”, позволившего, не отказываясь от многозадачности в защищенном режиме эмулировать архитектуру 8086 [3].

В 1989 году компания Intel выпустил в свет новый 32-разрядный процессор 80486, который являлся первым скалярным процессором, т.е. выполнял несколько инструкций за один такт. От i386 он отличался наличием внутреннего кэша (8 Кбайт) и блока вычислений с плавающей точкой (FPU), позволяющего производить соответствующие математические операции гораздо быстрее и эффективнее. i486 имел 32-разрядную шину данных, что позволяло ему адресовать до 4 Гбайт оперативной памяти [4].

Pentium (i586) явился логическим продолжением процессора 80486, но имел ряд существенных отличий. Он является суперскалярным и суперконвейерным процессором, т.е. за один такт процессор может выполнять 2 инструкции, благодаря наличию двух вычислительных конвейеров. Кроме того, Pentium обладал 64-разрядной шиной

данных и полностью переработанным и очень мощным блоком FPU. Pentium явился первым x86-совместимым микропроцессором, использующим механизм предсказания переходов – определение направления ветвлений (будет ли выполнен условный переход или нет) в исполняемой программе. Модификацией ядра Pentium является процессор Pentium MMX, в который был добавлен новый набор инструкций, названный MMX (MultiMedia eXtension), существенно увеличивающий (от 10 до 60 %, в зависимости от оптимизации) производительность компьютера в мультимедиа-приложениях.

Очередным вкладом компании Intel в развитие микропроцессорных систем стало создание архитектуры шестого поколения i686 (P6). В отличие от x86-совместимых процессоров предыдущих поколений с CISC ядром, процессоры архитектуры i686 имеют RISC-ядро, исполняющее сложные инструкции x86 не непосредственно, а предварительно декодируя их в простые внутренние микрооперации. Кроме того, микрооперации исполняются не в той последовательности, которая предусмотрена программой, а с оптимальной точки зрения производительности. При этом применение трёхконвейерной обработки позволяет исполнять несколько инструкций за один такт. С целью увеличения пропускной способности подсистемы памяти в процессорах архитектуры P6 применяется двойная независимая шина. В отличие от предшествующих процессоров, системная шина которых была общей для нескольких устройств, процессоры архитектуры P6 имеют две отдельные шины: Back side bus, соединяющую процессор с кэш-памятью второго уровня, и Front side bus, соединяющую процессор с северным мостом набора микросхем. Процессоры архитектуры P6 имеют 36-разрядную шину адреса, что позволило им адресовать до 64 ГБ памяти (при этом линейное адресное пространство процесса ограничено 4 ГБ) [5].

Следующим шагом в развитии архитектуры процессоров Intel стало использование технологии HyperThreading (Intel Xeon и Pentium 4), которая обеспечивает «виртуальную» двухпроцессорность: обычный процессор, поддерживающий эту технологию, использует простаивающие на момент выполнения программы мощности (примерно 60%).

Сегодня для увеличения производительности Intel увеличивает количество процессорных ядер. Основной проблемой создания многоядерных систем является распределение ресурсов между ядрами. Решением данной проблемы стали три типа систем [5]:

SMP (Symmetrical Multi Processor — симметричная многопроцессорная) — система, в которой все ядра имеют равноправный доступ к оперативной памяти.

NUMA (Non-Uniform Memory Access — неравномерный доступ к памяти) — система, в которой память делится между ядрами. Таким образом, в памяти образуются сегменты с разной латентностью доступа, потому что ядра из одной группы не могут быстро получить доступ к сегменту памяти, с которым работают ядра другой.

Кластеры. В таких системах узлы (отдельные компьютеры) соединены быстрыми линиями связи, при этом они могут не иметь общей памяти.

Первый двухъядерный процессор Intel — Smithfield. Он представляет собой SMP-систему и содержит ядра (Prescott, 1 мб L2), соединенные с устройствами общей шиной FSB (Front Side Bus). Каждое ядро имеет собственный контроллер прерываний, вычислительное ядро, кэш L2 и собственный интерфейс для связи с FSB.

На сегодняшний день можно выделить три основных направления развития многоядерных систем Intel:

– создание систем с независимыми ядрами, расположенными на одном кристалле, и использующими общую системную шину (Pentium D на ядре Smithfield);

- система с несколькими одинаковыми ядрами на разных кристаллах;
- система с объединенными на одном кристалле ядрами, использующими некоторые общие ресурсы (кэш, шины)[5].

На основании вышеизложенного можно с уверенностью утверждать, что эволюция микропроцессоров Intel наглядно отображает общие тенденции и историю развития мировой микропроцессорной техники. Материал предметной области настолько широк, что охват его в рамках единственной публикации не представляется возможным, тем не менее, основные исторические сведения, методы и пути развития системных решений компании Intel позволяют отследить эволюционное развитие средств микропроцессорной техники. Таким образом, без преувеличения можно отметить, что оригинальные и смелые разработки, внедряемые в выпускаемую продукцию, определяют лидирующее положение компании Intel среди конкурентов.