



# Intel — начало всех начал

Сергей Сорокин

**Было бы непростительно пройти мимо такого события, как 30-летие с момента основания фирмы Intel. Не могу припомнить, чтобы это событие было отмечено какими-либо развернутыми публикациями в общеконьюнктерной прессе, которая, если задуматься, во многом су-**

**ществует именно благодаря изобретению этой компании. Это же изобретение лежит в фундаменте всех современных систем автоматизации, поэтому я надеюсь, что в рубрике «Портрет фирмы» журнала «СТА» материалы, посвященные Intel, будут вполне уместны.**

Корпорация Intel была основана 18 июля 1968 года Робертом Нойсом (Robert Noyce) и Гордоном Муром (Gordon Moore) в калифорнийском городке Маунтин Вью. Отцы-основатели не были новичками в полупроводниковой промышленности, ведь именно Роберт Нойс изобрел первую интегральную микросхему в 1959 году\*, а Гордон Мур возглавлял научные исследования и конструкторские разработки в фирме Fairchild Semiconductor. Хотя и Роберт Нойс, и Гордон Мур входили в число 8 основателей фирмы Fairchild, оба покинули эту фирму, когда она превратилась, по их мнению, в «погрязшую в бюрократизме и чиновничестве коммерческую структуру». Вскоре из Fairchild в новую фирму перешел и Энди Гроув (Andy Grove), который стал четвертым по счету сотрудником компании. В то время Нойсу «меньше всего хотелось бы, чтобы структура Intel выглядела в глазах ее сотрудников как неуклюжее сооружение, состоящее из искусственно возведенных барьеров и рогаток. Само собой подразумевалось, что в Intel не будет ни иерархической лестницы, ни роскошных кабинетов для начальства, ни знаков различия, ни автостоянок, закрытых

для простых смертных, — словом, никаких символов избранности».

«Когда мы в Intel только начинали, я представлял себе будущую корпорацию как группу людей, объединенных общими интересами, — вспоминал Нойс в интервью, данном в 1988 г. — Это было предприятие, основанное на принципах сотрудничества, а не принуждения, общество единомышленников, а не армейское подразделение. Люди приходили к нам, чувствуя в себе определенные способности, при этом все прекрасно понимали, что вместе мы либо достигнем процветания, либо потерпим крах».

Все это, впрочем, не помешало Нойсу и Муру, раздраженным постоянными опозданиями сотрудников к началу рабочего дня, ввести в 1971 году обязательную регистрацию тех, кто задерживался больше чем на 4 минуты.

Однако в 1968 году основателей Intel беспокоили те же проблемы, что и многие другие начинающие компании, а именно, где взять деньги на развитие. Напечатав на машинке бизнес-план объемом в одну страницу, Роберт Нойс позвонил Артуру Року (Arthur Rock) — знакомому финансисту из Сан-Франциско, который ранее помогал создать Fairchild Semi-



**Основатели корпорации Intel Энди Гроув, Роберт Нойс, Гордон Мур (слева направо)**

\*Место, где была изобретена первая микросхема, внесено в список тысячи главных достопримечательностей Калифорнии.

conductor. Полагаясь на репутацию и профессионализм основателей Intel, Артур Рок в течение 2 дней предоставил им необходимые средства — 2,5 млн. долларов.

Теперь самое время подумать о названии компании. Перебрав множество вариантов, основатели чуть было не назвали компанию своими именами «Moore Noise», однако друзья отговорили их от этого, так как название было слишком похоже на «more noise» (больше шума).

В результате фирма получила название «MN Electronics», и только некоторое время спустя Мур и Нойс остановились на названии Intel (Integrated Electronics). Выяснилось, что это название уже зарегистрировано за компанией, владевшей сетью гостиниц, поэтому пришлось выкупить права на его использование за 15 тыс. долларов.

Рождество в 1968 году все сотрудники фирмы, включая Нойса и Мура, встретили на рабочем месте, устраняя последствия прорыва водопроводной трубы, а весь доход фирмы за первый год составил всего 2672 доллара.

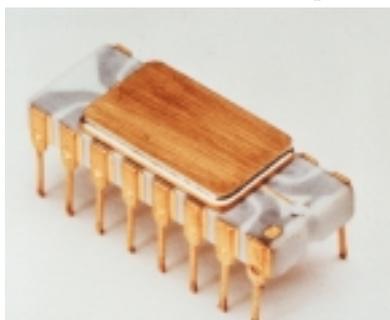
Изначальной целью основателей Intel было создание на базе полупроводниковых технологий более дешевой и качественной альтернативы запоминающим устройствам на магнитных носителях. Задача была не из легких, так как в то время удельная стоимость памяти на транзисторах была примерно в 100 раз выше, чем на магнитных носителях. В апреле 1969 года на свет появилось первое детище Intel — биполярная микросхема ОЗУ емкостью 64 бита, которая пользовалась определенным успехом и была выполнена по 12-микронной технологии.

В апреле 1970 года растущая компания приобретает для своей штаб-квартиры засаженные грушевыми деревьями 10 га земли в Санта-Кларе (Калифорния). Новый адрес звучал достаточно зловещно: Гробовая улица (Coffin Road). Несмотря на это, в один прекрасный день японская компания Busicom обратилась в Intel с просьбой разработать набор микросхем для высокопроизводительных домашних программируемых калькуляторов.

В соответствии с принятыми в то время подходами к проектированию калькуляторов, требовалось разработать 12 заказных микросхем, но у Intel было недостаточно ресурсов, чтобы вовремя выполнить такой большой заказ. Тогда один из инженеров Intel Тед Хофф (Ted Hoff) предлагает замечательную идею: разработать одну универсальную логическую микросхему вместо 12 заказных. Идея получила поддержку как у руководства Intel, так и со стороны заказчика, в результате чего через 9 меся-

цев группа инженеров и конструкторов под руководством Федерико Феджина (Federico Faggin) разработала набор из 4 микросхем, включавший в себя микросхему универсального арифметико-логического вычислителя. Права на новую микросхему принадлежали фирме Busicom, поэтому Тед Хофф и его коллеги, понимая, что новая разработка имеет неограниченную сферу применения, настоятельно предлагали выкупить права на нее у фирмы Busicom.

В то время как основатели Intel Гордон Мур и Роберт Нойс были сторонниками новой микросхемы, другая часть руководителей корпорации опасалась, что она будет отвлекать внимание Intel от работ в области компьютерной памяти. Но в конце концов сомневавшиеся уступили. И произошло это благодаря тому, что каждый набор из четырех микросхем для микрокомпьютера включал в себя два модуля памяти. Человек, бывший в то время



Микропроцессор Intel 4004 в корпусе

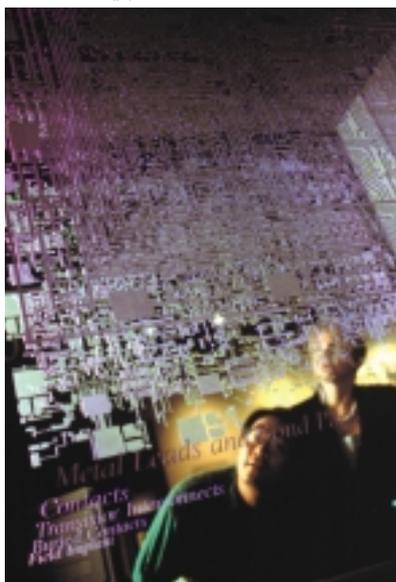
директором по маркетингу, вспоминает: «Первоначально я смотрел на это как на способ увеличения продаж микросхем памяти, и на этом основании мы решились пойти на соответствующие расходы».

Intel предложила компании Busicom вернуть ей первоначально вложенные в разработку продукта 60 тысяч долларов в обмен на право распоряжаться ею. Сталкивавшаяся с финансовыми проблемами Busicom это предложение приняла.

Наконец в ноябре 1971 года скромная реклама в журнале Electronics News оповестила весь мир о появлении первой в истории микрокомпьютерной интегральной схемы\* (термина «микропроцессор» тогда еще не было). Микросхема 4004 содержала 2300 транзисторов и имела быстроедействие 60000 операций в секунду. Сейчас такие показатели выглядят весьма скромно, а тогда это был революционный шаг вперед: микросхема стоимостью около 200 долларов по своей мощности была сравнима с первым американским компьютером ENIAC, собранным на 18000 ламп и имевшим объем 85 м<sup>3</sup>.

Вообще мы все уже достаточно привыкли к темпам прогресса в области компьютеров, и школьник, играющий на своем ПК в компьютерные игры, не задумывается, что в его распоряжении находится больше вычислительной мощности, чем имело правительство США при выполнении Лунной программы.

Во времена же появления первого микропроцессора программисты не встречались на каждом шагу и надо было еще убедить заказчиков использовать новые микросхемы. Intel начинает широкую миссионерскую работу по разъяснению инженерному сообществу преимуществ новой технологии. Наряду с проведением семинаров и рекламной



\* В последнее время появилась информация о том, что в действительности первый микропроцессор появился на 2 года раньше (1969 год) в рамках работ по созданию бортового вычислителя для истребителя F-14. Материалы об этом были засекречены вплоть до 1997 года. Тем не менее это никак не умаляет заслуг фирмы Intel, создавшей первый коммерчески доступный микропроцессор.

кампании начинается широкая продажа справочных руководств по микропроцессорам.

Один из сотрудников Intel вспоминает: «Бывали недели, за которые Intel продавала больше справочной документации, чем самих микропроцессоров».

С течением времени затраты Intel на исследования и маркетинг стали окупаться: микропроцессор 4004 и появившийся в апреле 1972 года 8-разрядный 8008 стали завоевывать все новые и новые рынки.

Уже тогда в воздухе начали витать идеи о персональном компьютере. Гордон Мур вспоминает об одном забавном случае: «В середине семидесятых годов кто-то пришел ко мне с идеей, которая впоследствии привела к созданию персонального компьютера. Он предложил снабдить процессор 8008 клавиатурой и монитором и продавать простым людям. Я спросил: «А в чем смысл?» Единственным ответом было то, что домохозяйки могли бы заносить в компьютер свои кулинарные рецепты. Лично я не увидел в этом особого смысла, так что больше мы к этому не возвращались».

В 1974 году Intel объявила о микропроцессоре 8080. Именно на базе 8080 в 1975 году появился первый коммерческий доступный настольный персональный компьютер Altair фирмы MITS. Продавался Altair за 395 долларов в виде набора для самостоятельной сборки. Число энтузиастов, желающих иметь свой собственный персональный компьютер, оказалось неожиданно большим. За несколько месяцев было продано более 10000 комплектов, несмотря на то что Altair не имел даже алфавитно-цифрового дисплея.

Интересно отметить, что компания MITS была первым заказчиком Microsoft, которая разработала для Altair интерпретатор языка BASIC.

В 1978 году Intel представляет 16-разрядный микропроцессор 8086, а в 1979 году его более экономичную версию 8088. В то время Intel была уже не единственным производителем микропроцессоров. Практически «ноздря в ноздю» с ней шли такие компании, как Motorola, Zilog, National Semiconductor. Именно тогда произошло, как потом оказалось, судьбоносное для Intel событие: IBM выбрала микропроцессор 8088 в качестве основы для своего персонального компьютера.

Возможно, свою роль сыграла и позиция Microsoft: Билл Гейтс советовал использовать в новом компьютере IBM именно этот микропроцессор.

В любом случае ранее IBM никогда не использовала в качестве ключевых микросхем изделия других фирм, поэтому сотрудникам Intel пришлось изрядно «попотеть», чтобы завоевать доверие «Голубого гиганта». Специалист Intel по сбыту, непосред-

ственно работавший с IBM, вспоминает: «В воздухе витала атмосфера всеобщей секретности. Когда мы к ним приходили для оказания технической поддержки, они обычно сажали нас по одну сторону темной занавески, тогда как их люди располагались по другую с опытной моделью продукта. Мы задавали вопросы, а они отвечали, и мы должны были пытаться решить их проблемы буквально вслепую. В лучшем случае нам разрешали просунуть через плотную занавеску руку и определить характер проблемы на ощупь».

Ни Intel, ни Microsoft не осознавали всей значимости заключенных с IBM контрактов. Сотрудник Intel вспоминает: «В то время производство 10000 изделий в год считалось громадным. Никто не мог вообразить, что сбыт персональных компьютеров со временем достигнет десятков миллионов в год».

Безусловно, именно рыночный успех IBM PC совместимых персональных компьютеров внес во многом решающий вклад в становление Intel как лидирующего мирового производителя микропроцессоров.

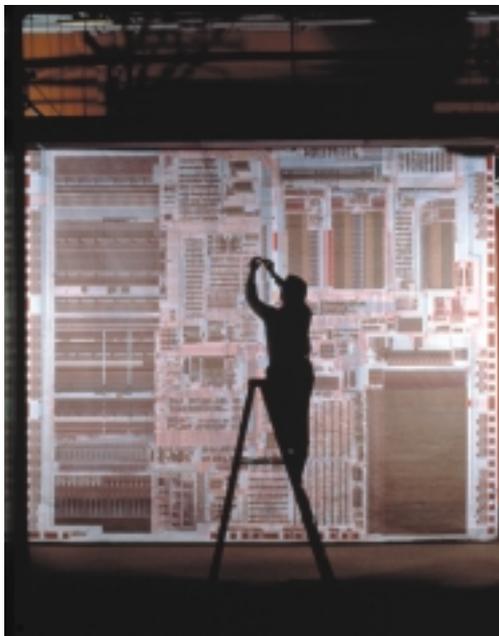
В 1982 году Intel выпустила процессор 80286, который стал ядром очередного бестселлера IBM — персонального компьютера PC/AT. Новый процессор сохранял полную совместимость по системе команд со своим предшественником и явился ярким подтверждением того факта, что инвестиции в индустрию программного обеспечения достигли такого уровня, что совместимость микропроцессоров снизу вверх стала обязательным условием успеха.

Архитектура объявленного в 1985 году процессора Intel 386™ вобрала в себя множество достижений, применявшихся тогда в основном в больших ЭВМ (mainframe), включая узел управления виртуальной памятью. Понадобилось несколько лет, прежде чем появилось программное обеспечение, полностью использующее возможности этого микропроцессора.

Микропроцессор Intel 486™ уже включал в себя математический сопроцессор, выпускавшийся ранее в виде отдельной микросхемы, а появившийся в 1993 году процессор Pentium® имел быстродействие в 90 млн. операций в секунду. Pentium® Pro стал первым представителем семейства микропроцессоров Intel на основе микроархитектуры P6 с интегрированной кэш-памятью второго уровня большой емкости. В 1997 году Intel предложила дополнительный набор команд (MMX™) для наиболее эффективной работы приложений мультимедиа. В этом же году Intel анонсировала процессор Pentium® II.

Вряд ли стоит останавливаться подробно на дальнейшем развитии микропроцессоров фирмы Intel, так как все это происходило на глазах у широкой публики совсем недавно. Следуя тенденциям в области

сегментации рынка информационных технологий, Intel выпустила процессоры Celeron, Xeon и Mobile Pentium II. В 1999 году ожидается выпуск микропроцессоров Katmai с расширенным набором команд, а также выполненных по 0,18 мкм тех-



Микропроцессор Intel Pentium®III в корпусе

нологии процессоров Coppermine и Cascades. Для мобильных приложений будут объявлены Mobile Celeron и Pentium/MMX/300 МГц.

Наконец, в 2000 году планируется выпуск долгожданного 64-разрядного процессора с кодовым названием Merced.

Похоже, специалистам по маркетингу фирмы Intel становятся близки мучения их коллег из автомобилестроительных фирм, вынужденных периодически выдумывать названия новых моделей автомобилей, да таких, чтобы они благозвучно произносились, не повторялись, не означали ничего плохого на основных мировых языках и т. п.

Очевидно, почувствовав, что обилие новых названий микропроцессоров вводит компьютерную общественность в легкое замешательство, Intel решила переименовать Katmai в Pentium® III.

Несмотря на массивный переход Intel на 0,18 мкм технологию в 1999 году, этот год для фирмы не будет легким.

Отказ Intel лицензировать технологию своих мини-картриджей для других производителей может сыграть с ней такую же злую шутку, как это было в случае с IBM и ее шиной Micro Channel. Сразу несколько конкурентов наступают на пятки Intel, предлагая новейшие микропроцессоры на базе архитектуры Super Socket 7. Intel даже была вынуждена отложить уже назначенные было похороны микропроцессора Pentium. Тем не менее, несмотря на жесткую конкуренцию, вряд ли в ближайшее время кто-либо сможет свергнуть Intel с пьедестала крупнейшего мирового производителя микропроцессоров. Ведь пока более 70% всех выпускаемых «персоналок» снабжены именно ее микропроцессорами.

## Корпоративная культура

Мы уже отмечали некоторые особенности корпоративной культуры Intel. Дух демократизма и открытости фирмы подчеркивается тем, что рабочее место президента находится в общем зале с другими сотрудниками компании и отгорожено такими же невысокими перегородками (cubicle), как и у остальных. Это первооснова политики «открытых дверей»: нельзя ведь закрыть дверь, которой попросту не существует.

Сама Intel определила 6 основных слагаемых своей корпоративной культуры.

**1. Ориентация на потребителя.** Компания всегда старается прислушиваться к пожеланиям потребителя, четко и адекватно реагировать на его потребности, намерения и ожидания. Intel стремится стать для своих потребителей избранным поставщиком, с которым всегда легко работать.

**2. Дисциплина.** Компания делает все для того, чтобы принятые ею обязательства были не просто ею выполнены, а выполнены наилучшим образом на основе предельной честности, открытости и профессионализма. Компания стремится к обеспечению безопасности рабочих мест и отсутствию производственного травматизма.

**3. Качество.** Intel постоянно работает над улучшением качества своей продукции на основе систематического анализа, оценки различных факторов и совершенствования производственных процессов.

**4. Готовность идти на риск.** Intel придерживается концепции разумного риска, в связи с чем новаторство и творческий подход к решению задачи всячески стимулируются и поощряются.

Тем не менее, по мнению компании, риск должен быть взвешенным, основанным на продуманных расчетах и должен подразумевать четко осознанные цели, наличие достаточных ресурсов и атмосферу взаимной поддержки.

**5. Великолепное место для работы.** Компания старается быть полезной для населения тех мест, где она осуществляет свою деятельность. Рабочая атмосфера в Intel отличается прямоотой и открытостью. Достижения сотрудников получают признание и поощрение со стороны руководства компании.

**6. Ориентация на конечный результат.** Ставя перед собой высокие цели, компания стремится к их полному осуществлению.

Для многих сотрудников Intel безопасность стала своего рода «седьмой ценностью» корпорации. Ее политика в данной области основывается на постулате о том, что здоровье и безопасность персонала превыше всех прочих соображений бизнеса.

Intel официально поддерживает принцип многообразия как внутри корпорации, так и в ее взаимоотношениях с внешним миром. Тем не менее основы корпоративной культуры Intel остаются неизменными, независимо от того, в какой стране находится то или иное подразделение компании. Именно благодаря стержню корпоративной культуры сотрудники фирмы, работая во имя общих целей, легко налаживают прекрасные взаимоотношения, где бы они не находились.

## Кадры решают все

Разумеется, корпоративный дух не существует сам по себе. Все сотрудники компании являются в той или иной степени его носителями, однако не вызывает сомнения, что определяющую роль в формировании корпоративной культуры сыграли руководители Intel. Поэтому для полноты картины полезно хотя бы коротко упомянуть людей, в разное время занимавших в компании высшие руководящие посты.

Как правило, руководители молодых компаний рекрутируются из числа основателей. Не стала исключением и фирма Intel: первым президентом компании стал Роберт Нойс.

В 1975 году президентом и главным исполнительным директором Intel был избран Гордон Мур, а Роберт Нойс стал председателем совета директоров.

В 1970 году Гордон Мур избирается председателем совета директоров, сохранив за собой пост исполнительного директора. Пост президента Intel перешел к Энди Гроуву.

В 1987 году Гроув избран президентом и исполнительным директором Intel. Следующие 10 лет впечатляющие успехи Intel неразрывно связаны с именем этого человека. Венгр по национальности и четвертый сотрудник Intel, Энди Гроув в 1997 году за свой вклад в экономику США был признан журналом Time человеком года. В этом же году он начал потихоньку передавать бразды оперативного управления новому поколению руководителей.



Председатель совета директоров корпорации Intel  
д-р Энди Гроув

В 1997 году Энди Гроув заменяет на посту председателя совета директоров Гордона Мура, который становится почетным председателем совета директоров. Пост президента Intel переходит к Крейгу Баррету (Craig Barrett).

В 1998 году Энди Гроув передает Крейгу Баррету и пост главного исполнительного директора.

По-видимому, именно Крейг Баррет, сосредоточив в своих руках руководство всей текущей деятельностью компании, стал новым «мистером Intel» и заслуживает более подробного экскурса в его биографию.

Крейг Баррет родился в 1939 году в Сан-Франциско (штат Калифорния). С 1957 года он учился в Стэнфордском университете, где получил ученую степень доктора наук в области материаловедения. Пройдя в 1964-65 годах стажировку в Англии в рамках одной из программ НАТО, он вернулся в

Стэнфордский университет, где преподавал в течение последующих девяти лет. В 1974 году д-р Баррет перешел в Intel на должность менеджера по развитию технологий. В дальнейшем он последовательно занимал должности вице-президента (1984), старшего вице-президента (1987), исполнительного вице-президента (1990). В 1992 году он был избран в совет директоров Intel, а в 1993 году занял пост главного управляющего (COO). В настоящее время Крейг Баррет занимает пост президента и главного исполнительного директора (CEO) корпорации Intel.

Крейгу Баррету хватает энергии еще и на то, что-

бы возглавлять Совет по полупроводниковым технологиям Министерства торговли США и являться членом совета директоров не только корпорации Intel, но и ассоциации полупроводниковой промышленности США, а также компаний Sematech, Pandesic LLC и Komag Corporation (поставщик жестких дисков).

Крейг Баррет женат, имеет двух взрослых сыновей. Свою будущую жену Барбару он встретил во время пешей прогулки на вершине 2-километровой горы Squaw Peak недалеко от столицы штата Аризона. Рабочее время Крейг Баррет делит между резиденцией в Аризоне и штаб-

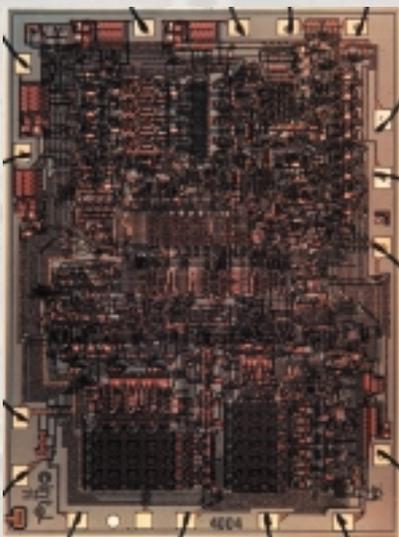


Президент корпорации Intel д-р Крейг Баррет

1971 ..... 1972 ..... 1974 .....

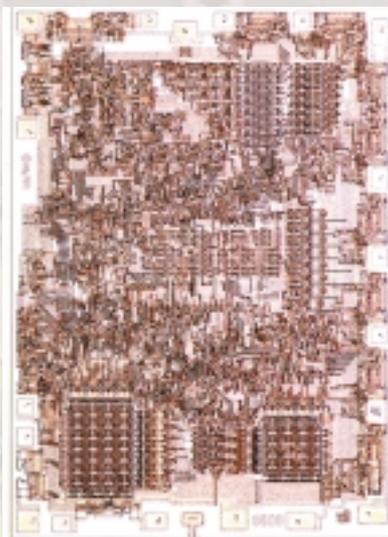
**4004**

Первый микропроцессор фирмы Intel. Тактовая частота составляла 108 кГц, а размер адресуемой памяти был всего 640 байт. Микропроцессор содержал 2300 транзисторов при проектных нормах 10 мкм.



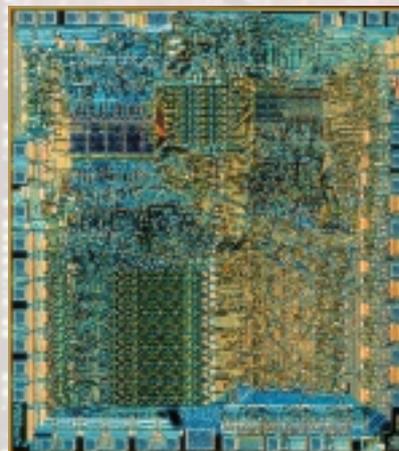
**8008**

8-разрядный микропроцессор фирмы Intel имел ту же тактовую частоту, что и 4-разрядный 4004, но содержал уже 3500 транзисторов, а объем адресуемой памяти составлял уже 16 кбайт.



**8080**

Выполненный по 6-микронным технологическим нормам, процессор содержал 6000 транзисторов и мог адресовать до 64 кбайт памяти. Это микропроцессор с тактовой частотой 2 МГц стал сердцем первых персональных компьютеров.



квартирой Intel в Калифорнии. Проводить свободное время любит на своем ранчо в штате Монтана. Увлекается туризмом, лыжами, рыбалкой, гольфом, верховой ездой, а также ездой на велосипеде и снегокате. К своим персональным достижениям относит полет на двухместном истребителе F-16, велосипедный пробег на дистанцию около 900 км из Юты в Мексику в 1992 году, а также то, что никогда не пользуется лифтом, чтобы добраться до своего рабочего места на 5 этаже штаб-квартиры Intel.

Безусловно, основатели Intel могут испытывать заслуженную гордость за свое детище. К сожалению, Роберт Нойс умер несколько лет назад, его именем назван главный корпус в комплексе зданий штаб-квартиры Intel в Санта-Кларе. Гордон Мур по-прежнему занимает пост почетного председателя совета директоров Intel. Личное состояние Гордона Мура превышает 8 млрд. долларов, что позволяет ему осуществлять масштабные благотворительные акции. Например недавно он пожертвовал 8,5 млн. долларов Кембриджскому университету на строительство новой библиотеки.

### Производственные возможности

В области полупроводниковых технологий Intel всегда следовала в ногу с прогрессом, если не сказать больше, — была во многих случаях двигателем этого прогресса. Как уже было отмечено, первые микросхемы Intel производились в городке Маунтин Вью (штат Калифорния) на современном по тем време-

нам оборудовании. Энди Гроув вспоминает: «Наши производственные площади, с их невероятным количеством размещенных повсюду шлангов, проводов и работающих хитроумных приспособлений,

впору было уподобить аэроплану братьев Райт в авиационной промышленности. В то время это считалось передовой технологией, но по нынешним стандартам было невероятно грубым».

Большинство работ выполнялось вручную. С помощью специальных пинцетов рабочие загружали кремниевые пластины в кварцевые кюветы и отправляли их в раскаленные печи. Операторы печей вручную открывали и закрывали различные клапаны подвергая таким образом пластины воздействию различных газов в течение определенного периода времени.

В области тестирования обходились без особых изысков и, как правило, ограничивались осциллографом. Применялись и другие методы: детали бросали на пол для проверки их физической прочности, помещали на 6 часов в скороварку или использовали купленный в ближайшем супермаркете кухонный аппарат для изготовления печенья. Когда возникал вопрос о стойкости ультрафиолетовых ППЗУ к воздействию прямых солнечных лучей, инженеры Intel выносили микросхемы на крышу здания, где и оставляли их на несколько недель на солнцепеке, благо погода в Калифорнии способствует проведению такого рода тестов.

Разумеется, со временем ручной труд заменялся автоматизированными линиями, а в 1973 году для

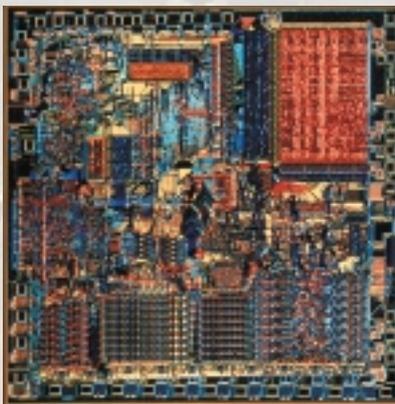


На фабрике Intel в 1970-х годах

## 1978 ..... 1982 ..... 1985 .....

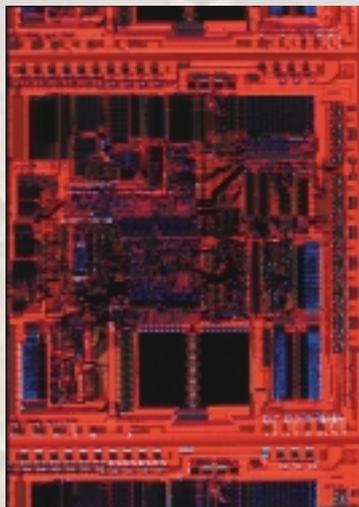
### 8086

Число транзисторов достигло 29000 (технологические нормы 3 мкм) при тактовой частоте до 10 МГц и адресуемой памяти до 1 Мбайт. На основе модифицированного варианта этого 16-разрядного процессора IBM создала свой знаменитый IBM PC.



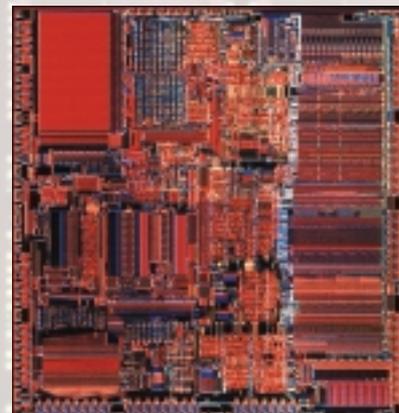
### 80286

Микропроцессор изготавливался по 1,5-микронным технологическим нормам, содержал 134000 транзисторов и мог адресовать до 16 Мбайт физической памяти. Впервые в микропроцессорах Intel появился защищенный режим работы.



### Intel 386™DX

Первый 32-разрядный процессор Intel с полной поддержкой виртуальной памяти и объемом адресуемой физической памяти 4 Гбайт. На кристалле, выполненном по 1 мкм нормам, умещалось 275000 транзисторов, работавших с тактовой частотой до 33 МГц.



снижения брака Intel ввела для своих рабочих на заводе в Ливерморе (штат Калифорния) ставшую впоследствии знаменитой спецодежду (пыленепроницаемые комбинезоны Bunny Suits) и открыла собственную прачечную.

В дальнейшем системы очистки атмосферы и спецодежда совершенствовались: появились даже специальные дыхательные аппараты для работы в чистых комнатах. В результате принятых мер уровень чистоты на производстве сегодня в 100 раз выше, чем это было 25 лет назад, а выход годных микросхем, который в середине 80-х составлял менее 50%, с тех пор значительно повысился.

Первый завод в Маунтин Вью был закрыт как устаревший уже в 1980 году. Кстати, в этом же году производственные и исследовательские центры Intel переживают сразу несколько природных катаклизмов: наводнение в г. Фениксе (штат Аризона), землетрясение силой в 5,8 баллов в Ливерморе, извержение вулкана Сент-Хелен в штате Орегон и ураган на Барбадосе.

Как мы еще увидим, за свою историю Intel занималась многими вещами. Например, когда производство электронных наручных часов считалось высокотехнологическим бизнесом, Intel купила компанию Microma и начала продавать свои электронные часы примерно за \$150. Как вспоминает Гордон Мур, стоимость часов соответствовала \$1 за минуту безотказной работы, а в расписании заседаний совета директоров Intel было предусмотрено специальное время, когда члены совета сдавали свои часы в ремонт. Когда конкуренты стали продавать часы за \$10, Intel в 1978 году ушла из этого бизнеса, но Гордон Мур сохранил личные часы Microma, которые он называет не иначе как «мои часы стоимостью 15 млн. долларов».

Как и большинство других крупных компаний, занятых в сфере высоких технологий, при необ-

ходимости развития тех или иных направлений Intel просто либо скупает соответствующие компании «на корню», как это было недавно с Chips&Technologies, либо инвестирует средства в интересующие ее компании, становясь их акционером. Например, в конце 1998 года Intel инвестировала 500 млн. долларов в компанию Micron с целью ускорить разработку динамического ОЗУ нового поколения Direct RDRAM. Такого рода вложения сделаны в 1998 году приблизительно в 100 различных компаний и, естественно, для Intel становится очень важно контролировать эффективность своей инвестиционной политики.

Сейчас представительства, заводы и исследовательские центры Intel разбросаны по всему миру.

Основные производственные мощности корпорации расположены в следующих местах:

- США: Санта-Клара и Фолсом (шт. Калифорния), Хиллсборо и Алоха (шт. Орегон), Дюпон (шт. Вашингтон), Чэндлер (шт. Аризона), Рио-Ранчо (шт. Нью-Мексико), Америкэн-Форк (шт. Юта);
- Европа: Мюнхен (Германия), Суиндон (Англия), Лейкслип (Ирландия);
- Азиатско-тихоокеанский регион: Сидней (Австралия), Гонконг, Манила (Филлипины), Цукуба (Япония), Пенанг (Малайзия), Бангалор (Индия), Сингапур, Шанхай (Китай);
- Ближний Восток и Африка: Хайфа и Иерусалим (Израиль), Йоханнесбург (Южная Африка);
- Карибский бассейн: Лас-Пьедрас (Пуэрто-Рико).

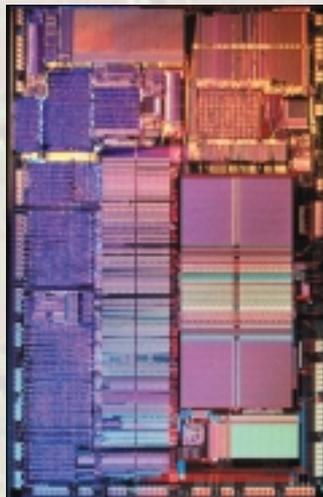
Ведется строительство новых производственных мощностей в Шанхае (Китай), Кулиме (Малайзия), Кирьят-Гате (Израиль) и Сан-Хосе (Коста-Рика).

Перед каждым из отраслевых подразделений корпорации ставятся конкретные задачи по разработке технологий, направленных на достижение общей цели — повышение потребительских качеств персональных компьютеров.

1989 ..... 1993 ..... 1997 .....

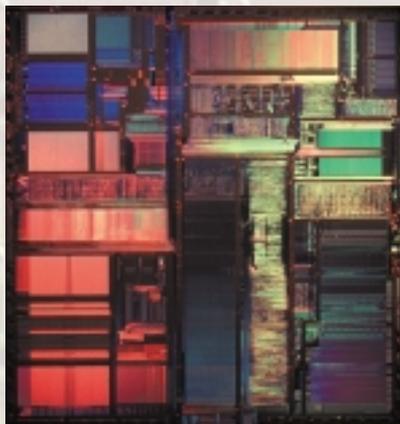
**Intel 486™DX**

Микропроцессор, содержащий 1,2 млн. транзисторов (технологические нормы 0,8 мкм), мог работать на частоте до 50 МГц. Впервые на том же самом кристалле размещены математический сопроцессор и кэш-память первого уровня.



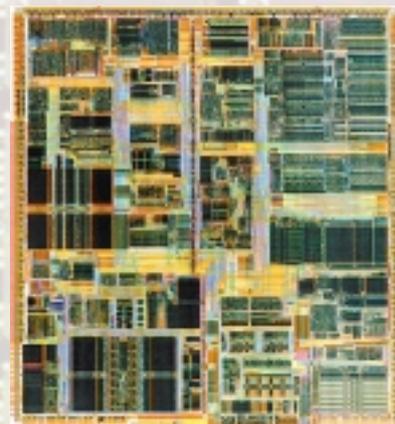
**Pentium®**

Процессор содержит 3,1 млн. транзисторов (0,8 мкм) при тактовой частоте до 166 МГц. Применена суперскалярная архитектура с глубокой конвейерной обработкой.



**Pentium® II**

Процессор с тактовой частотой до 300 МГц содержит 7,5 млн. транзисторов и может адресовать до 64 Гбайт физической памяти. Поддержан набор команд MMX™. Впервые процессор конструктивно выполнен в виде картриджа.



Самой крупной структурно-административной единицей в компании является группа, которая, в свою очередь, состоит из дивизионов и т. п. Среди различных групп Intel стоит упомянуть следующие:

- Группа разработки микропроцессоров (Microprocessor Products Group): ее деятельность сосредоточена на совершенствовании микропроцессоров как таковых. Сюда также относятся производство наборов микросхем и материнских плат.
- Группа совершенствования компьютерных технологий (Computing Enhancement Group) работает над улучшением потребительских свойств технологий, используемых как непосредственно в ПК, так и в смежных областях, а также расширением сфер применения архитектуры Intel (USB, Intelligent I/O, Intel Miniature Card и т. п.).
- Группа коммуникаций и Интернет (Internet and Communications Group). Сфера ее деятельности распространяется на продукцию и технологии, способствующие развитию и расширению сфер применения Интернет и локальных сетей. Входящее сюда подразделение сетевой продукции (Network Products Division) выпускает средства управления рабочими группами семейства LAN-Desk®, а также полный ассортимент решений Fast Ethernet с высокой пропускной способностью, включая сетевые адаптеры, концентраторы, коммутаторы и серверы печати.

Нельзя, разумеется, не упомянуть о представительстве Intel в странах СНГ и Балтии (с головным офисом в Москве), которое было открыто в августе 1991 года. В настоящее время в представительстве работает более 50 человек под руководством г-на Клеменса Хааса. Начиная с представления



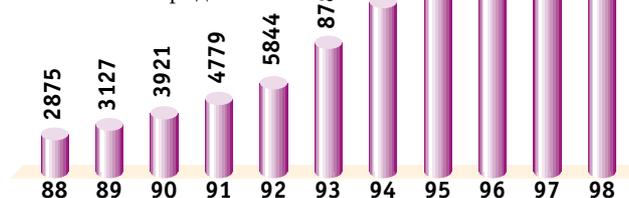
Производство микропроцессоров Intel в 1990-х годах

процессора Pentium Pro в ноябре 1995 года, презентация новых продуктов Intel происходит в странах СНГ и Балтии одновременно с их презентацией в США и Западной Европе, что наглядно демонстрирует отношение Intel к компьютерному рынку стран бывшего СССР как к одному из наиболее быстрорастущих и перспективных. Разумеется, августовский кризис 1998 года не мог не сказаться на планах работы Московского представительства. Был отменен намеченный на сентябрь визит в Москву президента Intel Крейга Баррета, не состоялась маркетинговая акция по установке в центре Москвы грандиозного рекламного табло. Тем не

менее Intel продолжает активно работать на рынке СНГ, не прекращая при этом спонсорскую помощь различным культурным и образовательным учреждениям.

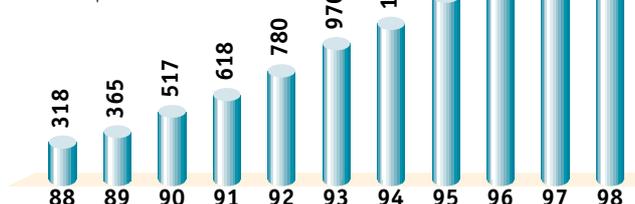
### Финансовое здоровье

В плане финансовых результатов деятельности Intel можно отнести к числу образцово-показательных компаний. Закончив первый год своего существования с доходом 2672 доллара, Intel уже в 1979 году вошла в число 500 крупнейших американских корпораций (Fortune 500). Выбрав Intel в качестве поставщика микропроцессоров для своих персональных компьютеров, IBM захотела иметь возможность заседать в ее совете директоров, для чего купила в 1983 году 12% акций Intel, которые, правда, были выкуплены обратно в 1987 году. В 1991 году Intel впервые опередила компанию Motorola и стала крупнейшим в США производителем полупроводников. В 1992 году Intel стала крупнейшим в мире поставщиком микросхем. Приведенный график показывает, что темпы роста оборота Intel за последние 10 лет (до 1998 г.) составляли в сред-



Динамика оборотов Intel за последние 11 лет (в млн. долларов)

нем 27%. Аналогичными темпами растут затраты Intel на исследования и разработки. В начале 1998 года корпорация имела проблемы с доходностью, которые, впрочем, выправились к концу года. Тем не менее обороты в 1998 году выросли всего на 5%, а чистая прибыль даже упала на 13% по сравнению с 1997 г. Учитывая сегодняшнюю экономическую ситуацию, вряд ли кого удивит, что рост продаж Intel в странах СНГ и Балтии составил всего 2%, достигнув отметки 382,8 млн. долларов. Скорее всего, результаты оказались бы еще более скромными, если бы не успех специальной программы по поддержке мелких и средних сборщиков компьютеров, а также ряда других инициатив Intel.



Ежегодные затраты Intel на исследования и разработки (НИОКР в млн. долларов)

Доходы 10 крупнейших производителей полупроводников (по оценке Dataquest)

1997 г.	1998 г.	Компания	1997 г.	1998 г.	1997-1998
Место	Место		Доход, \$ млн.	Доход, \$ млн.*	Рост, %
1	1	Intel	21746	22675	4,3
2	2	NEC	10222	8271	-19,1
3	3	Motorola	8067	6918	-14,2
5	4	Toshiba	7253	6055	-16,5
4	5	Texas Instruments	7352	6000	-18,4
7	6	Samsung	5856	4752	-18,9
6	7	Hitachi	6298	4649	-26,2
9	8	Philips	4400	4502	1,4
10	9	ST Microelectronics	4019	4300	7,0
12	10	Siemens	3441	3866	12,4
8	10	Fujitsu	4622	3866	-16,4

Источник: Dataquest янв'99

\*Dataquest учитывает сумму доходов от продаж только по полупроводниковой продукции. Доходы по сетевым, телекоммуникационным и другим продуктам в таблицу не вошли.

Учитывая сложную ситуацию на рынке, Intel планирует дальнейшее сокращение капиталовложений с рекордных 4,5 млрд. долларов в 1997 году до примерно 3 млрд. в 1999. Затраты же на НИОКР в 1999 г. планируется увеличить до 3 млрд. долларов, по сравнению с 2,7 млрд. в 1998.

### Только ли микропроцессоры?

У далеких от компьютерной индустрии людей может создаться впечатление, что Intel производит только микропроцессоры. Ведь в основном именно эта сторона деятельности корпорации находит отражение на страницах средств массовой информации и в телевизионной рекламе. Искушенные читатели «СТА», конечно, знают, что это не так, поэтому давайте вспомним вклад Intel в развитие технологий, не связанных с микропроцессорами для персональных компьютеров.

Начать надо, наверно, с того, с чего Intel сама начинала — микросхем памяти. Трудно переоценить вклад Intel в эту сферу микроэлектроники. Именно Intel создала первое перепрограммируемое ПЗУ и первую микросхему флэш-памяти. Естественно, выпускала Intel и динамические и статистические ОЗУ и даже такие экзотические устройства, как память на цилиндрических магнитных доменах. Однако под давлением азиатских конкурентов корпорация практически ушла с рынка микросхем памяти, оставив в сфере своих интересов только технологию флэш-памяти.

Intel была пионером и в области однокристалльных микроконтроллеров. Разработчики хорошо помнят популярные микроконтроллеры семейств MCS35, MCS48 и их отечественные аналоги. В настоящее время Intel предлагает микроконтроллеры семейств MCS 51/151/251 и MCS 96/296. В качестве процессоров для встраиваемых применений Intel позиционирует RISC-процессоры i960 своей разработки, доставшиеся в наследство от DEC процессоры архитектуры Strong ARM и... Pentium! Да-да, не удивляйтесь. Еще недавно самый

передовой процессор Intel передан теперь в подразделение встраиваемых систем. Более того, попав в середине 1998 года на доклад одного из руководителей этого подразделения, я не услышал в его речи упоминания о процессорах ниже, чем Pentium II.

Intel оставила свой след и в области промышленных сетей Fieldbus. Хорошо известный в СНГ стандарт Bitbus как раз и является разработкой корпорации. Однако Intel достаточно быстро потеряла интерес к работам в этой области, а несколько лет назад прекратила и выпуск микросхем для этой сети.

Нельзя не признать существенного вклада Intel в развитие магистрально-модульных вычислительных систем промышленного назначения. Достаточно упомянуть шину Multibus.

Первые системы на базе шины Multibus появились сразу после выпуска процессоров 8080 и 8085, которые были основой процессорных плат. Это происходило тогда, когда стала понятной потребность в расширяемых модульных компьютерных системах на базе первых микропроцессоров. В то время еще было невозможно разместить процессор и память на одной плате, а адресное пространство в 64 кбайт представлялось громадным.

Для демонстрации возможностей новых микропроцессоров Intel выпускает первые одноплатные ЭВМ — SBC80/05. Набор их внешних сигналов практически полностью совпадал с системным интерфейсом i8080. Эти компьютеры стали основой расширяемого отладочного комплекса Intellex MDS80, продукта, предназначенного для поддержки разработок на базе микропроцессоров.

В состав комплекса входили программатор ПЗУ и перфоленточное устройство ввода-вывода.

Позднее в систему был добавлен внутрисхемный эмулятор, накопитель на гибком магнитном диске и написана дисковая операционная система ISIS-II. Модули системы оказались технически очень удачными, и клиенты начали разрабатывать аппаратуру на их основе. Внутренняя разработка небольшого подразделения Intel не только была скопирована в СССР, но и введена в виде стандартного системного интерфейса И-41, который лег в основу СМ ЭВМ (СМ1810), — рассказы об этом до сих пор вызывают удивление у сотрудников фирмы.

Появление первого 16-разрядного МП i8086 позволило перейти на 16-разрядную архитектуру и расширить объем памяти до 1 Мбайт. Обновление систем путем замены одноплатного компьютера было особенно выгодно с точки зрения маркетинга — модульные системы устаревали значительно медленнее.

Производство одноплатных компьютеров стало основой нового бизнеса Intel, которое позволяло быстрее внедрять микропроцессоры. Однако с появлением микропроцессоров i80286 стало ясно, что старой шиной не обойтись и необходимо новое конструктивное и электрическое решение, позволяющее использовать компоненты с большей степенью интеграции, строить многопроцессорные системы. Так в середине 80-х появился Multibus-II. Благодаря активному маркетингу и образованию (при поддержке Intel) консорциума изготовителей средств в стандарте Multibus-II, эти



изделия успешно конкурировали с аналогичной системой VME на базе процессоров Motorola 680xx. В Multibus-II для обмена данными в системах на базе МП 80386 и 80486 впервые была реализована идея распределения нагрузки на процессоры с помощью обмена сообщениями. Применение специализированного сопроцессора передачи сообщений (80389) позволило строить сети внутри крейта со скоростью обмена 40 Мбайт/с — в 30 раз быстрее, чем лучшая из доступных тогда сетей Ethernet.

Этот принцип позволил строить мощные и отказоустойчивые системы. Например, когда один из процессоров хотел выполнить какую-нибудь сложную функцию, он посылал запрос на выполнение другому процессору и ожидал получения результатов обработки в течение заданного интервала. Если же ответа не поступало (например из-за неисправности процессора), то сообщение посылалось другому свободному процессору и процесс ожидания повторялся. Благодаря такой архитектуре система получалась исключительно живучей и допускала замену процессорных плат не только без выключения питания, но даже без остановки задач. Естественно, что для управления была необходима операционная система реального времени — ей стала собственная разработка Intel iRMX. Системы на базе Multibus-II стали применяться для управления важными объектами — электростанциями и, как ни странно, известными всему миру биржами, где остановка базы данных даже на несколько минут грозит серьезными убытками.

Известно, что работа в сфере промышленных и других специализированных систем имеет определенную специфику. Например, требуется обеспечение гарантий поставки комплектующих изделий в течение длительного срока (5-10 лет). Так, в 1993 году (год массового перехода на i486DX2 и i486DX4) Intel была обязана производить совершенно убыточные одноплатные компьютеры на базе 8085! Кроме того, поддержка пользователей iRMX была тоже убыточной. Новые системы было гораздо проще строить на базе промышленных исполнений PC и массовых операционных систем Microsoft, а цена полноценного компьютера стала ниже, чем одного модуля Multibus.

Примерно в 1992 году производство систем расширяется за счет новых системных плат для OEM, а в дополнение к семейству Multibus появляется столичное исполнение компьютеров на базе процессора i486, предназначенных как для внутреннего применения в компании, так и для продажи. Лейтмотивом семейства Xpress стала возможность частичного обновления компьютера — процессорный модуль в них был съемным и содержал процессор и кэш-память второго уровня, то есть те элементы, которые устаревают быстрее всего. Примерно через год эти модули можно было заменить на модули с одним или двумя процессорами Pentium, поэтому вся система могла служить дольше. Гонка производительности становится все быстрее, и наконец в 1997 году появляется модуль Pentium Pro II, который содержит те же процессор и кэш-память!

В 1995 году Intel последний раз демонстрирует новинку Multibus-II — систему управления АТС с возможностью замены модулей во время работы, и через несколько месяцев объявляет конец жизни (end of life) продукции Multibus, а заодно и операционной системы iRMX.

Такую же участь разделяет еще один продукт фирмы — промышленный компьютер Xpress RX, сравнительно небольшие объемы производства которого и высокая трудоемкость не обеспечивали достаточной прибыли.

Приходится констатировать, что бум в области микропроцессоров для персональных компьютеров привел к ситуации, когда вклад промышленного направления в бизнес Intel стал настолько незначительным, что корпорация потеряла к нему всякий интерес и продала или передала другим компаниям все, что было связано с промышленными персоналками, шиной Multibus и ОС реального времени iRMX. Однако вряд ли можно полностью исключить вероятность второго пришествия Intel в сферу АСУ ТП, но уже с другой стороны. Ведь технологии рынка персональных компьютеров, где Intel традиционно сильна, все больше внедряются в системы промышленной автоматизации. ●

## Что такое закон Мура

В 1965, готовясь к одному из своих выступлений, Гордон Мур анализировал тенденции развития интегральных схем. Когда Гордон Мур попробовал построить график роста возможностей микросхем памяти, он заметил достаточно интересную закономерность. Каждая новая микросхема памяти появлялась через 18-24 месяца после своей предшественницы и содержала приблизительно в 2 раза больше транзисторов. Эта зависимость, известная сейчас как закон Мура, достаточно точно выполняется уже в течение достаточно длительного времени. Так как размеры кристаллов по технологическим соображениям остаются примерно одинаковыми, закон Мура может быть перефра-

зирован следующим образом: «Плотность упаковки транзисторов удваивается приблизительно каждые два года». Так как быстродействие микропроцессоров напрямую связано с размером транзисторов, то и оно, согласно закону Мура, растет экспоненциально.

Все эти закономерности широко используются для планирования и предсказания основных параметров микроэлектронных изделий.

Далее приводится график, иллюстрирующий закон Мура. За 26 лет число транзисторов, размещенных на кристалле микропроцессора, выросло в 3200 раз, с 2300 для 4004 до 7,5 млн. для Pentium® II.

