

КОРПОРАЦИЯ INTEL: БЫТЬ ВО ВСЕМ, ЧТО ВЫЧИСЛЯЕТ

Рассказывают специалист пресс-службы М.Рыбаков
и региональный специалист по архитектуре Intel М.Цветков



Обычно для того, чтобы представить компанию, нам требуется несколько строк. Но в этот раз хватило бы всего двух слов: корпорация Intel. Вряд ли среди читателей журнала найдется хотя бы один, который не знал бы о продукции этой корпорации. Настольные компьютеры и ноутбуки с логотипом Intel Inside прочно "прописались" на рабочих местах и в домах множества людей во всем мире. Кто-то знаком с серверными платформами, кто-то – с суперкомпьютерными кластерами, построенными на базе процессоров Intel. Но деятельность этой корпорации не ограничивается лишь производством микропроцессоров. Технологические инновации Intel задают темп развития мировой микроэлектронной промышленности, а разработки в самых различных областях, так или иначе связанных с компьютерными вычислениями, постепенно распространяются во многие сферы человеческой деятельности. О пути, достижениях, планах корпорации и о кое-чем еще нам рассказывают специалист пресс-службы корпорации Intel в России и странах СНГ Михаил Рыбаков и региональный специалист по архитектуре Intel Михаил Цветков.

М.Рыбаков. С самого своего основания компания Intel занималась разработкой и производством микроэлектроники. Однако изначально планировалось производить не микропроцессоры, а модули памяти. Но через некоторое время стало ясно, что конкуренция со стороны Японии и остальных стран Юго-Восточной Азии попросту не позволит выйти на рынок американской фирме – производить микросхемы с такой же, как у азиатских аналогов, себестоимостью было невозможно. Поэтому компании пришлось менять профиль деятельности и сосредоточиться на разработке микропроцессоров. Можно смело сказать, что это было судьбоносное решение.

Однако путь Intel на поприще разработки микропроцессоров был непростым. Когда появились первые серийно производимые процессоры Intel 8086 и 8088, их аналоги от других производителей были более совершенны и мощны. Тем не менее именно процессоры Intel были выбраны "голубым гигантом", компанией IBM, в качестве главного компонента для их первых персональных компьютеров. Это решение было крайне важно не только для Intel, но и для всего рынка персональных компьютеров. В то время на рынке доминировали восьмибитные домашние системы таких известных производителей, как Sinclair, Tandy Radio Shack, Commodore, Apple и т.д. Эти компьютеры были предназначены прежде всего для домашнего использования в качестве подключаемых к телевизору игровых приставок, средств ведения домашней бухгалтерии и прочих подобных целей. Концепция, предложенная IBM, была поистине революционной. Фирма предложила открытую архитектуру системы – компьютер стал своего рода конструктором, из которого собиралась вычислительная система под каждую конкретную задачу. Модули, названные картами расширения (expansion cards), содержали дополнительную память, контроллеры внешних устройств, накопители и т.д. и могли свободно, без лицензирования, производиться и распространяться

сторонними производителями. Очень быстро рынок наполнился устройствами расширения возможностей компьютеров различных производителей, и концепция открытой архитектуры IBM стала вездесущей.

Решения Intel в течение последних 10 лет становились знаковыми для всей индустрии

Именно поэтому Intel и получила карт-бланш в своем развитии. Если бы выбор IBM пал на процессоры другой фирмы, полагаю, судьба нашей корпорации сложилась бы иначе. Конкуренция среди производителей микропроцессоров была сильна, и усилия многих известных компаний, например, Motorola, Zilog, DEC и др., сошли на нет. Корпорация Intel же стала, без преувеличений, мировым лидером в разработке и производстве микропроцессоров.

Откройте секрет – как корпорации Intel удается быть впереди остальных в области массового производства микропроцессоров?

М.Р. Было бы неправдой заявить, что у нас есть какие-то технологические секреты, которых нет ни у кого более. В современной микроэлектронике невозможно, да и бессмысленно хранить подобные секреты. Все современные тенденции в микроэлектронной промышленности – такие, как переход на более тонкий технологический процесс, увеличение площади кремниевых пластин и т.д., регулярно обсуждаются ведущими производителями. Таким образом, все компании, в том числе и Intel, всегда в ключе самых передовых технологий.

Тем не менее знать – это не всегда означает уметь. Один и тот же элемент микросхемы можно реализовать различными способами, и именно здесь решения Intel в течение последних 10 лет становились знаковыми для всей индустрии. Например, мы первыми перешли на технологию напряженного кремния, когда остальные производители

считали, что это не нужно; мы первыми стали применять металлические затворы при создании транзисторов; мы опять же впервые заменили в подзатворном диэлектрике диоксид кремния на диоксид гафния; мы разработали и применили на практике транзисторы с 3D-затвором, более мощные и экономичные.

Подобные инновации выглядят не так внушительно, как, скажем, переход на новый техпроцесс, но они позволяют добиться большей производительности и энергоэкономичности. Именно такие ноу-хау и изобретения составляют своего рода "золотой фонд" корпорации, позволяют нам быть впереди и производить самые быстрые в мире процессоры.

Экономическая составляющая производства сейчас становится ограничителем технического прогресса

Какие ограничения стоят на пути совершенствования микропроцессоров?

М.Р. В первую очередь физические. Их обход – это, наверное, одно из самых интересных направлений в производстве микросхем. Минимальный размер элемента микросхемы, созданного методом фотолитографии, не может быть меньше половины длины волны проецирующего излучения. Современные техпроцессы уже вышли за пределы ограничений, накладываемых длиной волны видимого света. При фотолитографии применяются ультрафиолетовые лазеры, перспективные направления – применение "сверхультрафиолета" (extreme ultraviolet lithography, EUVL) и даже более жесткого излучения. Также для обхода этих ограничений применяются методы вычислительной фотолитографии: фазосдвигающие маски, оптическая коррекция близости и прочие хитрости, которые позволяют увеличить разрешающую способность процесса. Расчет фазосдвигающих масок занимает недели и даже месяцы машинного времени, а сами процессы очень сложны и дороги. И здесь появляется еще один барьер – сильное удорожание каждого последующего

этапа техпроцесса. Скажем, переход с 65 на 45 нм был намного проще и дешевле, чем с 22 на 14 нм. Иногда эту зависимость называют "вторым законом Мура" (по аналогии с первым законом Мура, который гласит, что количество транзисторов на кристалле микросхемы удваивается каждые 24 месяца). Экономическая составляющая производства сейчас становится ограничителем технического прогресса. Очевидно, скоро мы столкнемся с тем, что внедрение новых технологических процессов, возможное с технической точки зрения, станет невыгодным экономически.

Как электронная промышленность будет решать эту проблему?

М.Р. Решать эту задачу "в лоб", скорее всего, не нужно. Дело в том, что в некоторых областях человеческой деятельности, например, электронных торгах на бирже или работе в банковских сетях, прирост производительности всего в 1–3% означает серьезные преимущества. На первый взгляд незначительный перевес может на деле обернуться внушительной прибылью, так как в подобных делах важны даже доли секунд, затраченные на расчеты. Поэтому спрос на небольшое увеличение производительности существующих систем будет всегда, и заказчики готовы платить за столь малое преимущество очень большие деньги.

Поэтому эволюция микроэлектроники пойдет другим путем: мощность и энергоэффективность микропроцессоров будут наращиваться постепенно за счет новых технологических и архитектурных решений, повышающих эффективность и надежность работы процессоров. Это можно назвать "обходным маневром", но подобные инновации более важны для промышленности, чем попытки решить задачу повышения быстродействия "в лоб".

М.Цветков. Актуальные сегодня "большие данные" требуют, помимо вычислительной производительности, больших объемов оперативной памяти. Но наращивать память простой установкой дополнительных DIMM-модулей либо повышением их емкостей можно лишь

до определенного предела. Увеличение количества элементов в микросхемах и плотности их размещения приводит к повышению вероятности возникновения ошибок, как "мягких" программных, так и "жестких" – аппаратных и, как следствие, повреждению данных в памяти. Поэтому для эффективной и надежной работы с большими объемами памяти необходимо своевременно обнаруживать и исправлять ошибки – так, в частности, в платформах Intel нового поколения реализованы аппаратные возможности коррекции ошибок. Это еще одно решение задачи повышения эффективности системы.

М.Р. Стоит упомянуть еще об одном "обходном маневре" увеличения производительности вычислительных комплексов, но не аппаратном, а программном. Это оптимальное распределение задач между процессорами (распараллеливание). Поведение многопроцессорных суперкомпьютерных систем иной раз не прогнозируемо с точки зрения человеческой логики. К примеру, если некую задачу распределили на 1000 процессорных ядер, общая производительность системы повышается не в 1000 раз, как ожидалось, а меньше. В системе возникают преграды – "бутылочные горлышки", которые снижают производительность системы. Корпорация Intel уделяет большое внимание разработке систем – надстроек над вычислительными кластерами, которые помогают им эффективней работать, обходя эти узкие места.

В бизнес-приложения допускаются лишь выверенные и "отполированные" до зеркального блеска решения

Весной этого года Intel представила в России новую платформу Intel Xeon E7 v2. Как реализованы в ней решения, о которых было рассказано?

М.Ц. Наша новая платформа предназначена для работы с "большими данными" в серьезных бизнес-применениях. Эта сфера деятельности отличается повышенными требованиями

к отказоустойчивости и производительности – система должна работать, невзирая ни на что. Представьте себе, например, остановку сервера, поддерживающего биржевые операции. Для биржи это равносильно краху – она очень долго не сможет восстановить свою репутацию. Поэтому в такие бизнес-приложения допускаются лишь выверенные и "отполированные" до зеркального блеска решения. Процессор Xeon E7 v2 – не исключение; он основан на уже "обкатанной" в настольных и серверных процессорах архитектуре Ivy Bridge, а при создании платформы были применены решения, уже опробованные в первом поколении Xeon E7. Потенциальное время простоя системы на процессоре Xeon E7 v2 – не более пяти минут в год. Этого времени хватит, к примеру, чтобы провести плановое техобслуживание сервера под Новый год, когда активность на бирже утихает и остановка серверов не приведет к серьезным последствиям.

М.Р. Процессоры Ivy Bridge создаются с применением транзисторов с объемным затвором (3D-транзисторов). Эта технология впервые была представлена еще в 2002 г., но первые серийные процессоры на их основе появились в 2011 г. В отличие от традиционной технологии, канал и затвор новых транзисторов выполнены не на плоскости, а на объемном "ребре" подложки. Из-за того что затвор теперь расположен на трех гранях ребра, новые транзисторы получили название Tri-Gate. Их преимущества – отсутствие токов утечки и более высокая скорость переключения при сниженном напряжении питания. Транзисторы занимают меньшую площадь, а это означает, что на одном кристалле можно разместить больше ядер – до 15.

Построенные на таких транзисторах микропроцессоры в режиме простоя потребляют на 40% меньше мощности, чем 32-нм-процессоры, а при равной производительности энергетический выигрыш составляет примерно 30–40%. При одинаковой рассеиваемой мощности производительность процессоров нового поколения примерно в два раза выше.

М.Ц. Особенность процессора Intel Xeon E7 v2 – аппаратная реализация алгоритмов определения и исправления ошибок CRC и ECC. Эти алгоритмы дополняются технологией Intel обнаружения ошибок под названием Machine check architecture (MCA). Она представлена в различных ипостасях: MCA Execution path отвечает за определение и коррекцию ошибок в ядре процессора, MCA I/O – при вводе и выводе данных и т.д. Отдельная технология PCI LEC (Live error correction) предохраняет систему от фатальных ошибок при сбое шины PCI Express. Если из-за некорректной работы внешнего устройства шина начинает сбивать, контроллер шины пытается устранить ошибки на линии либо вообще отключает ее, переключая поток данных на другие линии.

Платы процессоров и памяти физически разделены; процессор связан с памятью не шиной DDR, а интерфейсом SMI (Scalable memory interconnect). Интерфейс объединяет процессор и буфер памяти Jordan Creek, который, в свою очередь, обеспечивает работу непосредственно с модулями памяти – два канала DDR, по три модуля на канал. Буфер избавляет процессор от жесткой связи с планками памяти. Память, таким образом, стала реконфигурируемой и наращиваемой "на лету" – ее можно заменять, не выключая систему. Новое поколение буферов Jordan Creek в режиме производительности позволяет получать восемь каналов DDR на один сокет.

Таким образом, современные аппаратные решения вычислительных платформ, направленные на обнаружение и исправление ошибок, уже настолько совершенны, что главной задачей разработчиков вычислительных систем стала оптимизация взаимодействия программных и аппаратных компонентов. Оборудование докладывает о проблемах операционной системе, и та, в свою очередь, принимает решения о дальнейших действиях, не доводя ситуацию до критической. Это может быть и миграция приложений между ядрами в одном корпусе, между корпусами в пределах

одного ЦОДа, между разными ЦОдами, и перераспределение нагрузок и т.д. Таким образом, перед архитекторами вычислительных систем открывается масса возможностей по повышению надежности работы системы, причем это не только аппаратные, но и программные решения.

Супервычисления помогают осуществлять научные открытия чуть ли не на пустом месте

Одна из важных областей деятельности Intel – построение суперкомпьютерных систем. Насколько важно сейчас развивать суперкомпьютерные вычисления?

М.Р. Суперкомпьютеры позволяют отказаться от проведения дорогостоящих и иной раз опасных натуральных испытаний во всех отраслях промышленности и науки. Например, в большинстве ядерных держав ядерное оружие не испытывается на полигонах, а моделируется на суперкомпьютерах. Другой пример – краш-тесты дорогих автомобилей. Понятно, что разбивать настоящие автомобили стоимостью в сотни тысяч долларов очень невыгодно. Поэтому и такие испытания проводятся с помощью моделирования на вычислительных кластерах.

Во многих случаях супервычисления помогают осуществлять научные открытия чуть ли не на пустом месте. Хороший пример – метеорология, здесь суперкомпьютеры применяются для моделирования движения воздушных масс и прочих факторов, влияющих на погоду. Лет 10 назад, когда производительность вычислительных систем была ограничена, в моделях погодных явлений не учитывались некоторые элементы, которые считались незначительными и не влияющими на исследуемые свойства – например, события в верхних слоях атмосферы на границе с ионосферой. Считалось, что из-за разреженности воздуха происходящее там не влияет на погодные явления. Но со временем мощность суперкомпьютеров

росла, и в модели стали включать и такие, на первый взгляд малозначимые, факторы, причем не руководствуясь какими-то догадками, а просто потому, что это стало возможно. И оказалось, что по поведению микрочастиц влаги в верхних слоях атмосферы можно с высокой точностью предсказывать рождение ураганов над Атлантическим побережьем США. Сделать это в рамках старой модели было невозможно, интуитивно догадаться о такой связи – тоже. Это, конечно, не означает, что нужно считать корреляции всего со всем в надежде, что получится интересный результат, но в ряде случаев это действительно помогает совершать научные открытия.

И в России, и во всем мире пока что не хватает квалифицированных специалистов по параллельным вычислениям

Супервычисления также на порядок сокращают медленные и непродолжительные исследовательские процессы, такие как поиск новых лекарств. Традиционно это проводилось практически методом тыка – новые химические вещества, даже не имеющие отношения к медицине, проверялись на культурах тканей. В 99% случаев эффект был нулевой или отрицательный, но если он оказывался положительным, на следующей стадии исследований проверялось, что именно в этом веществе вызвало реакцию, благоприятна ли она для живых организмов и т.д. Далее с тканей опыты переносились на животных, потом следовали клинические испытания, и уже после этого препарат одобрялся и поступал в производство. Полный цикл создания лекарств занимал примерно 15–18 лет. Но если действие веществ на живые ткани моделировать на суперкомпьютерах, весь этот процесс можно уложить в два–три года! Причем большую часть этого времени занимают клинические испытания препарата, а сами расчеты выполняются относительно быстро.

Intel вносит существенный вклад в российскую суперкомпьютерную отрасль. Как, на ваш взгляд, она развивается?

М.Р. В России эта отрасль развивается достаточно успешно, хотя и не так активно и масштабно, как в США и Китае. Российские суперкомпьютеры присутствуют в рейтинге Top-500, однако пока что не на первых позициях. В нашей стране кластеры, основанные на процессорах Intel, установлены в Академии наук, Росгидромете, НПО "Сатурн" и в других организациях – пионерах суперкомпьютерной отрасли в России. В прошлом году был запущен кластер МВС-10П в Межведомственном суперкомпьютерном центре РАН, занимающий второе место в рейтинге российских суперкомпьютеров и 30-е – в списке Green500.

Могу привести очень хороший пример реального, полезного применения суперкомпьютеров – кластер Южно-Уральского государственного университета. Суперкомпьютер работает на нужды промышленности региона, поэтому все проводящиеся на нем исследования носят сугубо прикладной характер. Это, например, расчеты эффективности бронежилетов, которые должны не просто останавливать пули, но и не допускать травм от ударов при попадании в человека; для легкой промышленности – моделирование структур тканей, которые бы правильно облегли фигуру, уже на этапе производства ткани предполагается индивидуальный подход к созданию одежды. И поэтому поддержка и совершенствование кластера ЮУрГУ инициируется самим университетом, а не с "официальной" стороны государственными органами. При этом из устаревших компонентов кластера строится сетевая инфраструктура самого университета – это облачные сервисы для студентов, базы данных с оценками, расписанием занятий, сетевая библиотека и т.д. С самого начала учебы студент приучается работать в современной информационной среде, а устаревшие мощности суперкомпьютера обретают вторую жизнь.

Какие проблемы развития этой отрасли в России вы наблюдаете?

М.Р. Развивать суперкомпьютерную отрасль невозможно без поддержки государства. Формально такая поддержка в России есть, но она очень опосредована, а должна быть направленной и находиться среди приоритетов руководства страны. Ведь благополучие этой отрасли определяет стратегическое превосходство страны даже больше, чем количество ядерных зарядов. Нужно пропагандировать это направление, доказывая эффективность супервычислений в самых разных отраслях человеческой жизни – это и расшифровка человеческого генома, и фармацевтика, и замена натуральных экспериментов, и столь важная для России эффективная разработка нефтяных и газовых месторождений.

Кроме того, существует еще одна проблема. И в России, и во всем мире пока что не хватает квалифицированных специалистов по параллельным вычислениям. Умение так запрограммировать задачу, чтобы она эффективно решалась на суперкомпьютерном кластере – еще одна возможность увеличить производительность современных вычислительных систем.

Некоторые проекты Intel в России уникальны как для нашей страны, так и для всего мира

Как корпорация Intel представлена в России?

М.Р. Intel в России – это прежде всего разработка. Исследователей и разработчиков в российском подразделении Intel раза в три больше, чем сотрудников, занимающихся маркетингом и продажами. Спектр работ наших программистов достаточно широк – от создания компиляторов C++ и Фортран для новых процессоров до разработки математических библиотек для прикладного программирования. Кроме этого, у нас есть инженерные группы, занимающиеся различными проектами

Intel. Я могу привести пример развертывания в России сетей четвертого поколения WiMax. К сожалению, их актуальность достаточно быстро сошла на нет, но своим пусть и кратковременным успехом сети обязаны инженерам Intel. Обычно решение задачи адаптации сетевого оборудования под местные стандарты занимает от полугода до восьми месяцев. Мы же выполнили все необходимые работы за два месяца – пожалуй, это лучший показатель опыта наших инженеров.

Некоторые проекты Intel в России уникальны как для нашей страны, так и для всего мира. Например, у нас до сих пор работает единственная в мире группа поддержки серверных процессоров Itanium. Эти процессоры создавались для выполнения ответственных и критических задач, и, несмотря на то что эта линейка уже не развивается, вычислительные системы некоторых организаций (например, Токийской биржи) все еще работают на этих процессорах.

Как корпорация видит свое дальнейшее развитие?

М.Р. В течение долгого времени Intel ассоциировалась с персональными компьютерами, работающими под управлением операционных систем компании Microsoft (с выходом ОС Windows этот альянс даже получил неофициальное название Wintel). Несмотря на то что у нас были и есть множество разработок в других областях, Intel воспринимается как производитель аппаратных компонентов персональных компьютеров. Такая ситуация не соответствует истинному положению вещей, поэтому мы стараемся трансформировать представления о нашей компании, это одно из важных направлений нашей деятельности.

Далеко не все знают, что мы занимаемся не только аппаратными, но и программными решениями. Мы, к примеру, ведем очень серьезные работы в области создания новых интерфейсов взаимодействия человека и компьютера – трехмерное управление жестами, новые высокоэффективные системы

распознавания речевых команд и т.д. На недавно прошедшем форуме разработчиков Intel developers forum была представлена система распознавания речи под кодовым названием Dragon. Система легко адаптируется под разные языки, уже созданы ее модификации для самых различных языковых групп; этим мы показали, что главные препятствия на пути внедрения таких систем – вовсе не фонематическая структура языка, а, например, манера общения людей, которые пытаются разговаривать с компьютером как с соседом по лестничной клетке. Иными словами, обучая компьютер пониманию человеческой речи, нужно обучать и человека разговаривать с машиной.

Наша корпорация проводит масштабные работы в областях управления сетевыми инфраструктурами и создания эффективных программных комплексов для суперкомпьютерных вычислений. Программные продукты Intel помогают экономить ресурсы и, главное, время при вычислениях в определенных профессиональных областях, решая задачи быстрее и эффективнее.

С другой стороны, мы, следуя современным тенденциям на рынке электроники, активно развиваем направление процессоров для ультрапортативных систем – смартфонов и планшетов. Подобные устройства никогда не были нашим "коньком", но их продажи, в отличие от настольных компьютеров и ноутбуков, не падают, а увеличиваются. Могут сказать, что за последнее время корпорация Intel добилась в этой области серьезных успехов. Года три назад никто не воспринимал Intel как серьезного игрока на этом рынке; сегодня же процессор Atom, предназначенный для портативных устройств, конкурирует по энергопотреблению с существующими мобильными аналогами, превосходя их по производительности. Поэтому в ближайшее время стоит ждать перелома не только в индустрии, но и в сознании потребителей, не знакомых с такой областью применения процессоров Intel.

В 2010 г. корпорация Intel приобрела компанию McAfee – одного из ведущих

разработчиков антивирусного программного обеспечения. Мы поняли, что наступила пора интегрировать средства безопасности в наши аппаратные решения. Много в этой области уже сделано, и еще больше будет сделано в ближайшее время. Средства защиты информации найдут место в наших процессорах и системах на кристалле.

Находясь во главе мировой микроэлектронной промышленности, мы определяем те тенденции, которые актуальны сегодня и станут таковыми завтра

Внутренний лозунг компании гласит: "Все, что вычисляет, должно содержать процессор Intel". Мы расширяем сферу применения существующих компьютерных систем и создаем перспективные их применения в будущем. Конечно, нашим основным направлением развития остается сохранение технологического лидерства в разработке архитектур и производстве энергоэффективных и мощных процессоров в очень крупных объемах. Это важно, так как создать процессор хоть с тысячей, хоть с миллионом ядер и изготовить его партией в несколько сотен штук относительно несложно. Однако стоимость такого процессора будет сравнимой со, скажем, стоимостью современного сверхзвукового бомбардировщика. Выпускать же эффективные и экономичные процессоры партиями в миллионы изделий может уже далеко не каждое предприятие. Поэтому мы считали и считаем крупносерийное производство микропроцессоров своим главным направлением развития. Находясь во главе мировой микроэлектронной промышленности, мы определяем те тенденции, которые актуальны сегодня и станут таковыми завтра.

Большое спасибо за интервью!

*С М.Рыбаковым и М.Цветковым
беседовал М.Шейкин*