

Нет суперкомпьютера — уходи с рынка

Александр Механик, обозреватель журнала «Эксперт».

Суперкомпьютеры становятся важнейшим оружием конкуренции на мировых рынках высокотехнологических изделий



Академик РАН Владимир Бетелин: «Массовое производство суперкомпьютеров сделает возможным в ближайшие годы их применение в повседневной практике разработчиков сложных технических изделий»

Летом этого года состоялось заседание Совета безопасности России, на котором было решено развернуть производство суперкомпьютеров и стимулировать их внедрение в промышленности и науке. Работы по созданию суперкомпьютеров ведутся в мире уже не один десяток лет, особенно интенсивно в США. В России после распада Советского Союза подобные проекты были сосредоточены в основном в институтах РАН, вузах и отдельных отраслевых НИИ. И только летом текущего года руководством страны приняты принципиальные решения о развертывании работ по созданию отечественных суперкомпьютерных технологий в интересах машиностроительных отраслей. Директор Института системных исследований РАН академик РАН **Владимир Бетелин**, один из главных энтузиастов развития суперкомпьютерных технологий предсказательного моделирования в России, считает, что будущее нашей страны на многие десятилетия в значительной мере зависит от успехов в создании и применении этих технологий в реальном секторе экономики страны.

— Если XIX и первая половина XX века в машиностроении — это время «бумажных» информационных технологий и расчетов по формулам вручную или на простейших вычислителях, то вторая половина XX века — это время компьютерных информационных технологий и решения на ЭВМ сложных инженерных задач в области механики сплошной среды. А сейчас создание конкурентоспособных машиностроительных изделий

невозможно без проведения расчетов, учитывающих уже и молекулярное взаимодействие. И эти расчеты нельзя провести без суперкомпьютеров, применение которых обеспечивает также возможность реализации совершенно новых подходов к проектированию в самых разных отраслях машиностроения: энергомашиностроении, атомном машиностроении, авиа— и автостроении и других.

Результат — сокращение сроков создания сложных изделий, сведение к нулю или минимизация стендовых испытаний даже таких сложных изделий, как ядерный реактор или самолет. И соответственно, существенное снижение стоимости разработок. Новые компьютерные технологии моделирования становятся мощным оружием в конкурентной борьбе за самые сложные в технологическом отношении рынки.

— Как развивались суперкомпьютерные технологии в других странах?

—Конгрессом США еще в 1981—м была создана комиссия по проблеме развития высокопроизводительных вычислений, которую возглавил известный математик Питер Лакс. Выводы и рекомендации комиссии были восприняты законодателями и претворились в жизнь в течение многих лет: в 1984 году было создано агентство высокопроизводительных научных вычислений, в 1991 году издан закон о федеральной поддержке высокопроизводительных вычислений, параллельно создана сеть федеральных суперкомпьютерных центров.

В рамках этих работ была принята военная суперкомпьютерная программа ASCI, которая имела ясную и четкую цель: обеспечение боеспособности ядерных арсеналов США в условиях действия международного договора о запрещении натуральных испытаний ядерного оружия. Идея состояла в том, чтобы без испытаний рассчитывать долговременные процессы старения существующих ядерных зарядов, проектировать запасные части к ним и даже новые заряды, подтверждая их работоспособность виртуальными испытаниями на супер-ЭВМ, а не натурными испытаниями. Задача была выполнена не быстро, за 12 лет. При этом приходилось решать множество трудных частных вопросов. Например, в конструкции изделий есть тантал, и требовалось изучить процессы его плавления и застывания при высочайших давлениях и температурах, практически недостижимых в лабораторных условиях. Процесс застывания расплавленного тантала был смоделирован на суперкомпьютере. Использовалась классическая модель уравнений взаимодействия атомов, и выяснилось, что для того чтобы получить адекватную картину, надо рассматривать взаимодействие коллектива из 16 миллионов атомов. Моделирование, которое проводилось на супер-ЭВМ Blue Gene/L с производительностью 360 терафлопс, заняло семь часов и позволило получить требуемый результат — параметры структуры застывшего расплава.

Известны и другие примеры. На суперкомпьютере подобной же рекордной мощности была рассчитана полная трехмерная модель двигателя компании Pratt & Whitney. Этот проект был выполнен Стэнфордским университетом в рамках программы ASCI, в которой законодатели предусмотрели выделение 10 процентов суперкомпьютерных ресурсов на гражданские исследования. Известно о моделировании в лаборатории IBM в Цюрихе взаимодействия двуокиси гафния с другими материалами на атомарном уровне. Именно двуокись гафния является сегодня одним из основных диэлектриков в планарной технологии уровня менее 65 нанометров. Исследовались 50 моделей силикатов гафния, каждая модель — до 600 атомов и 5 тысяч электронов. Вычисления одной модели на суперкомпьютере производительностью 11 терафлопс занимали пять дней. Все исследование потребовало использования суперкомпьютера в течение 250 дней.

— Насколько применимы суперкомпьютеры для моделирования сложных технических устройств?

— По оценкам западных специалистов, чтобы смоделировать автомобиль как комплексную систему, нужно 100 терафлопс. То есть технически это вполне реально уже сегодня. Например, компания Audi, как недавно сообщили, купила 39-терафлопную машину для моделирования столкновений автомобиля с препятствием. А компания BMW вместо постройки аэродинамической трубы для натурных испытаний при разработке нового болида «Формулы-1» закупила суперкомпьютер производительностью 12 терафлопс и программное обеспечение для виртуальных аэродинамических испытаний.

Разумеется, суперкомпьютеры становятся незаменимым орудием не только в промышленности, но и в научных исследованиях. Уже ведется моделирование генома, моделирование химических реакций.

А для моделирования всего самолета, включая аэродинамическое поведение во всех режимах, штатных и аварийных, требуется суперкомпьютер с производительностью 1 миллион терафлопс. Такая производительность, равная 10¹⁸ флопс, обозначается 1 эксафлопс. Федеральные программы США, военные и гражданские, предусматривают ввод в эксплуатацию эксафлопных компьютеров в 2018–2020 годах. Наклейте четыре-шесть лет, и вы получите дату, когда в деталях будет смоделирован виртуальный полет. То есть вы все проектируете на компьютере, «летаете» на компьютере, потом делаете образец и подтверждаете на испытаниях то, что уже смоделировали. Для моделирования атомных реакторов требуется тот же самый эксафлопс.

— Как это скажется на конкурентной борьбе на мировых рынках?

— Можно быть уверенным, что, как только такое моделирование станет технически и экономически возможным, основные потребители самолетов включат в условия на их поставку предъявление результатов моделирования. И все те, кто не имеет такой модели, будут вытеснены с рынка самолетов. То же верно и для рынка атомных реакторов и других рынков технически сложных изделий.

И это не футурология. К 2025–2030 годам для производителей это станет такой же реальностью, как требование к чистоте выхлопа автомобилей или к уровню шума самолетов, эксплуатируемых в Европе. Производители смогут выполнять эти требования, поскольку уже сейчас есть возможность создания персональных суперкомпьютеров терафлопного класса, и массовое производство таких суперкомпьютеров сделает возможным в ближайшие годы их применение в повседневной практике разработчиков сложных технических изделий.

Вот почему я считаю, что проблема суперкомпьютеров сейчас центральный вопрос поддержания конкурентоспособности страны на рынках высокотехнологической продукции. А пока Россия далеко позади и США, и Европы. Мы более чем на порядок отстаем от США по производительности самого мощного эксплуатируемого в стране суперкомпьютера. На июнь 2009 года — 97 против 1105 терафлопс. На два порядка отстаем по суммарной пиковой производительности: в России — 215 терафлопс, в США — свыше 21 петафлопс. Но самое страшное — мы в 1000 раз отстаем по применению суперкомпьютеров в промышленности. В США сосредоточено порядка 85 процентов мировой мощности суперкомпьютеров, из них половина используется в промышленности. У нас — менее 0,9 процента мировой мощности, из них пять процентов используется в промышленности. Иными словами, в отечественном машиностроении нет

ни технических средств, ни методики решения производственных задач, на которые США тратят половину мощности своего суперкомпьютерного парка.