

# МАШИНЫ ПРОСТО СУПЕР

ЭТИМ ЛЕТОМ ПРЕЗИДЕНТ РОССИИ ДМИТРИЙ МЕДВЕДЕВ ПРОВЕЛ СОВЕЩАНИЕ, НА КОТОРОМ ОБСУЖДАЛИСЬ ПРОБЛЕМЫ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ. ПО ИТОГАМ ЗАСЕДАНИЯ БЫЛО ПОРУЧЕНО РАЗРАБОТАТЬ ПРОГРАММУ РАЗВИТИЯ ЭТОЙ ОТРАСЛИ. ЭКСПЕРТЫ СЧИТАЮТ, ЧТО ВНИМАНИЕ ГОСУДАРСТВА К СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЙ ОТРАСЛИ УЖЕ САМО ПО СЕБЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПОЗИТИВНЫМ ЗНАКОМ, НО ДЛЯ ПОЛНОЦЕННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ НЕ ХВАТАЕТ СПРОСА СО СТОРОНЫ БИЗНЕСА. АНДРЕЙ РОМАНОВ

В конце июля президент России Дмитрий Медведев впервые определил приоритеты в суперкомпьютерной отрасли. На заседании Совета безопасности он заявил, что государство будет вкладывать в суперкомпьютеры, но остается открытым вопрос со спросом на такие вычислительные мощности. Президент отметил, что необходимо стимулировать спрос на этом рынке не потому, что это модно, а чтобы создавать конкурентоспособную продукцию. Дмитрий Медведев подчеркнул, что недостаточный спрос обусловлен тем, что с суперкомпьютерами и их возможностями не знакома огромная часть предпринимателей, не говоря уже о чиновниках. По словам президента, в стране лишь «считанные единицы моделей обесчитываются на суперкомпьютерах, а остальные делаются на ватмане с применением известных прежних подходов».

Министр связи и массовых коммуникаций России Игорь Щеголев согласился на Совете безопасности с тем, что о массовом внедрении суперкомпьютеров говорить пока рано. По словам министра, для этого предстоит еще создать центры управления, выделить деньги, стимулировать частно-государственное партнерство, а также выработать единые стандарты для обмена данными. Тем не менее уже сейчас Минкомсвязи готовит проекты создания новых суперкомпьютерных центров, увеличения мощностей существующих и объединения их в сеть. По словам министра, в России сейчас насчитывается 17 суперкомпьютеров, а осенью в Московском государственном университете пройдут пробные запуски систем мощностью 500 терафлоп.

По итогам заседания помощник президента Аркадий Дворкович сказал, что президенту подготовят предложения по созданию суперкомпьютеров и объединению их в грид-систему. Он уточнил, что государство рассмотрит возможность налогового стимулирования отрасли и что разработкой конкретных предложений будет заниматься специальная рабочая группа при президенте России.

**СОСТОЯНИЕ ИНДУСТРИИ** Суперкомпьютеры сегодня — это кластерные серверы с несколькими десятками, сотнями и даже тысячами процессоров, работа которых строится на одновременном выполнении задач, специально разделенных между собой в общей структуре исполнения программ, поскольку именно это необходимо для повышения быстродействия. Такой способ организации называется параллельными вычислениями. Эта отрасль программирования подразумевает разделение задач на множество потоков. Сегодня они актуальны для суперкомпьютеров из списка TOP 500, но уже в недалеком будущем станут рядовым делом для пользователей настольных компьютеров.

По вычислительной мощи настольные ПК отстают от суперкомпьютеров примерно на 12 лет. Иными словами, по уровню производительности сегодняшние профессиональные ПК практически полностью соответствуют суперкомпьютерам 12-тилетней давности. Поэтому положение дел с высокопроизводительными вычислениями (High Performance Computing, HPC) определяет ситуацию на рынке персональных систем в следующем десятилетии. Современные суперкомпьютеры преодолели планку производительности в 1 петафлопс (квадриллион, или 10<sup>15</sup> операций с плавающей запятой в секунду). Первая такая система (IBM Roadrunner) стоимостью \$100 млн была представлена летом прошлого года. Профессор и писатель Стив Чен (США) попытался рассчитать, какая производительность необходима для решения различных задач будущего. По его мнению, аэродинамике хватит производительности в несколько петафлопс, молекулярной динамике — 20 петафлопс, а космологии — порядка 10 эксафлопс. Квантовая химия и молекулярное моделирование потребуют еще более мощных ресурсов.



СУПЕРКОМПЬЮТЕР МОЩНОСТЬЮ В 1 ПЕТАФЛОП ОБОЙДЕТСЯ РОССИИ В \$100-120 МЛН

Ведущие страны мира используют и совершенствуют возможности суперкомпьютеров для решения особо сложных задач науки, образования, экономики, для формирования долгосрочных прогнозов, в том числе в области метеорологии и экологии, с целью обеспечения национальной безопасности. В последнее десятилетие произошли заметные сдвиги в организации научного процесса: вследствие широкого внедрения вычислительной техники заметно усилилось направление компьютерного моделирования и численного эксперимента, что позволяет значительно повысить эффективность процессов научного и технологического поиска. Стало возможным моделировать сложные биологические структуры, имитировать взаимодействия систем, состоящих из колоссального количества микро-, нанообъектов, молекул и атомов, анализировать возможные способы их взаимодействия и результаты таковых, прогнозировать глобальные атмосферные явления и т. д.

Успехи России в суперкомпьютерной отрасли хотя и скромны для масштаба страны, но есть. В очередную редакцию списка 500 самых мощных суперкомпьютеров мира в июне 2008 года попали восемь российских суперкомпьютеров. В ноябре 2006 года в нем присутствовал лишь один, а в июне 2007 года — четыре. Этот список составляют и публикуют эксперты Джек Донгарра из Университета Теннесси, Эрих Штраймайер и Хорст Саймон из Национального вычислительного центра энергетических исследований и Ханс Мойер из Мангеймского университета (Германия).

За комментариями по поводу положения дел с высокопроизводительными вычислениями в России мы обратились к Николаю Местеру, директору российского представительства Intel по корпоративным проектам. Николай Местер сказал, что сейчас рынок суперкомпьютеров в России сегментирован по нескольким отраслям. «Первое направление — научно-технические вычисления, которые охватывают как фундаментальные науки, так и прикладные. Второе направление, близкое к первому, связано с образованием. Третье направление — промышленное. Здесь речь идет, к примеру, о таких вычислениях, как моделирование свойств веществ, поведения самолета в воздухе и проч. Есть даже пример из легкой промышленности, когда на суперкомпьютерах просчитывались свойства памперсов».

Николай Местер говорит, что суперкомпьютеры позволяют проводить более точные расчеты, что экономит не

только время, но и деньги. «Раньше, когда расчеты проводились без суперкомпьютерных вычислений, многие вопросы решались с привлечением авторитета в данной области, который высказывал свое мнение. Такая ситуация была, к примеру, в авиационной отрасли. Тогда проводились определенные расчеты, а дальше аппарат продували в аэродинамической трубе. Затем шло испытание самолета, цена образца которого превышает \$1 млн. Суперкомпьютеры же позволяют предсказать, как будет вести себя самолет, и тем самым сэкономить \$1 млн», — рассказал господин Местер. Он добавил, что инженеры в любом случае не могли просчитать все параметры, поэтому их число уменьшали. «Суперкомпьютеры к тому же позволяют просчитать ситуации «а что если», то есть, к примеру, поведение самолета при различных характеристиках. Без таких вычислений сделать это чрезвычайно сложно и дорого», — отметил господин Местер. Он добавил, что суперкомпьютерные вычисления уменьшили время, требуемое на разработку новой модели автомобиля, в три-пять раз. Самые мощные суперкомпьютеры используются в научных и образовательных учреждениях: «На производстве используются, как правило, системы раз в пять-десять менее производительные, нежели топовые модели в научных учреждениях. Стоимость хорошего вычислительного комплекса для промышленных целей может составлять \$1,5–2 млн, а цена топовых моделей может доходить до \$100–200 млн».

Николай Местер оценивает объем суперкомпьютерного рынка в России в сумму «от нескольких десятков до сотен миллионов долларов в год». «Разброс объясняется тем, что суперкомпьютеры строятся не каждый год. В каждой более или менее развитой стране в среднем два-четыре суперкомпьютерных центра, которые в среднем раз в два года делают апдейт», — объяснил господин Местер.

По словам Николая Местера, в Россию поставляют суперкомпьютеры в том числе и иностранные производители, например HP и IBM. Существует также российско-белорусская суперкомпьютерная программа, в рамках которой было создано несколько мощных систем.

**МНОГОЯДЕРНОСТЬ** Два года назад мир перешел на многоядерные CPU, и это кардинальным образом изменило ситуацию с HPC: до этого рост производительности суперкомпьютеров происходил почти линейно, но с появлением четырехъядерных процессоров достижение производительности в 1 терафлоп существенно упростилось: сегодня это можно сделать с помощью одной «корзины» блейд-

серверов, что доступно не только крупным, но и средним предприятиям. Однако экономика оказалась не готова к тому, чтобы эффективно использовать столь высокую вычислительную мощность. Возникли также проблемы с программным обеспечением, которое стало несостоятельным в решении задач распараллеливания вычислений на столь большое количество процессоров. Это одна из главных проблем, возникшая в связи с появлением суперкомпьютеров производительностью 0,5–1 петафлоп.

Упомянутая проблема касается ПО всех уровней. Операционные системы должны уметь работать с десятками тысяч ядер, поэтому встал вопрос об архитектуре суперкомпьютеров, поскольку программы просто не успевают адаптироваться к скачку производительности. Возникают сомнения: а следует ли продолжать «гонку за петафлопами» или лучше ограничиться системами среднего размера?

Важно отметить, что в России высокопроизводительные вычисления развиваются очень активно. Именно в этой отрасли наша страна может стать одним из мировых лидеров. Но для этого требуются серьезные усилия, финансовые вложения и прежде всего участие государства. Ни одна коммерческая структура не способна на координацию столь масштабных действий. Очевидно, активное участие в этом должно принимать научное сообщество, следует разработать программу коммерциализации результатов HPC.

Активно работавшая в 2007 году государственная программа «Образование» привела к появлению ряда установок, расположенных не только в Москве. В их числе: суперкомпьютеры в УГАТУ (Уфа), Новосибирске, Красноярске и Томске (первая реализация в рамках программы СКИФ).

Важнейшей практической задачей является внедрение суперкомпьютеров в индустрию. В августе 2008 года объявлено, что НПО «Сатурн» завершило проект создания суперкомпьютерного центра, где был запущен в эксплуатацию самый высокопроизводительный суперкомпьютер в промышленности России и СНГ — мощностью 14,3 терафлопс на базе 1344 четырехъядерных CPU Intel Xeon.

Широко применяются высокопроизводительные вычисления в нефтяной и газовой отрасли — правда, там для решения самых разных задач используются кластеры невысокой по нынешним меркам производительности — 2–4 терафлопс. К сожалению, в России неактивно ведется разведка новых месторождений, а значит, и нет острой потребности в более производительных компьютерах.

Еще одной перспективной для использования HPC областью является создание новых лекарственных препара-