

# Его породила бомба

Нужны ли России суперкомпьютеры?

Опубликовано в РГ (Федеральный выпуск) N6417 от 2 июля 2014 г.

Текст: Юрий Медведев

В только опубликованном рейтинге суперкомпьютеров Россия оказалась на девятом месте, а наша самая мощная машина на 42-м. На первое вырвался китайский супермозг, опередив даже американский. Почему Россия оказалась среди аутсайдеров? Об этом корреспондент "РГ" беседует с директором Института системных исследований РАН, академиком Владимиром Бетелиным.

**Почему именно суперкомпьютер вышел на самые первые роли не только в сфере информационных технологий, но и в целом в мировой экономике?**

**Владимир Бетелин:** Дело в том, что суперкомпьютер является "технологическим оружием" в конкурентной борьбе на мировых высокотехнологичных рынках. Показательны результаты опроса наиболее крупных компаний США, работающих в сфере авиации, космоса, автомобилестроения, нефтедобычи, биологии, фармацевтики, электроники, программного обеспечения, транспорта, индустрии развлечений. Так вот 97 процентов сказали, что без суперкомпьютеров их вытеснили бы с мировых рынков конкуренты. Более того, руководители компаний называют парк этих машин национальным достоянием Америки.

Сегодня очевидно, что суперкомпьютеры сулят настоящую революцию в промышленности. Создавая автомобиль, самолет, ядерный реактор, системы вооружения и другую сложнейшую технику, вам не надо проходить долгую и очень дорогую стадию превращения идеи в опытные образцы, затем проводить многократные испытания, вносить переделки, устранять дефекты и т.д. Суперкомпьютер во много раз сокращает дорогу от идеи до готового изделия, проигрывая на моделях различные варианты. И только доведя его до оптимального, есть смысл приниматься за воплощение в "железе". Все это и позволяет тем, кто применяет такую технику, опережать конкурентов.

**Это только подтверждает известный тезис президента Совета по конкурентоспособности национальной экономики США Деборы Уинс-Смит: "Кто слаб в вычислениях, тот не конкурентоспособен на мировом рынке".**

**Владимир Бетелин:** Американцы давно это осознали, и много лет являются безусловными мировыми лидерами в сфере суперкомпьютеров. В списке 500 наиболее мощных машин (TOP-500) почти половина принадлежит США. Но самое главное даже не это количество, хотя оно впечатляет, а тот факт, что не менее половины суперЭВМ уже работает в промышленности, обеспечивая ей конкурентоспособность на мировых рынках.

В основе лидерства США - многолетняя целенаправленная поддержка этой сферы правительством. Особо хочу подчеркнуть, что миллиарды долларов государство вкладывает главным образом не в малые и средние компании, а в такие гиганты, как Hewlett-Packard, IBM, Intel. Даже для них создание суперкомпьютеров без участия государства связано с очень высокими и даже неприемлемыми рисками.

В погону за Америкой устремились Европа, где сейчас действует более 100 суперкомпьютеров, и Азия с их 120 с лишним вычислительными машинами. Кстати, только в Китае их уже более 70.

## Труба для "Формулы-1"

**Нынешние суперкомпьютеры - настоящие монстры, в них счет ведут сотни тысяч микропроцессоров. Причем с совершенно фантастической скоростью. Это и терафлопсы - миллиарды операций в секунду, и петафлопсы - квадриллионы операций. Зачем такие мощности? Перефразируя знаменитую фразу нашего физика, не удовлетворение ли это любопытства программистов за счет государства?**

**Владимир Бетелин:** Вспомните, как вообще появились эти машины. Говоря образно, их породила атомная бомба. Запрет на испытания ядерного оружия инициировал проведение испытаний на компьютерных моделях. Оценки показали, что для этого требуется терафлопсная машина, которая совершает не менее  $10^{12}$  операций в секунду. То есть суперкомпьютер такой мощности создавался для решения вполне конкретной задачи. И сегодня за суперкомпьютерной гонкой стоят конкретные потребности промышленности. Например, для расчета аэродинамики болида "Формула-1" компания BMW приобрела суперЭВМ производительностью 12 Тфлопс. Он смоделировал работу аэродинамической трубы, что позволило провести виртуальные испытания болида. Или фирма Audi для моделирования столкновения автомобиля с препятствием закупила суперЭВМ мощностью 39 Тфлопс, а компании Pratt&Whitney для создания трехмерной модели авиационного двигателя потребовалась машина производительностью 350 Тфлопс. Моделированием на суперЭВМ была подтверждена безопасность пассажиров самолета Superjet-100 при аварийной посадке без выпущенных шасси.



Натурные испытания становятся архаикой, все проверит суперЭВМ. Фото: Reuters

## Попали в зависимость от "отвертки"

Где же Россия на этом вычислительном празднике?

**Владимир Бетелин:** Ситуация у нас очень непростая. Здесь надо пояснить, что суперкомпьютер - это не только сама вычислительная машина, а триада из суперЭВМ, программного обеспечения и технологии использования этого комплекса для создания нового изделия, того же самолета или автомобиля.

Что же такое сегодня российский суперкомпьютер? Это либо закупленная в США "под ключ" вычислительная машина, либо результат "отверточной сборки" из комплектующих, доступных на коммерческом рынке и произведенных также в США. Такая же ситуация и с программным обеспечением. Основная масса потребителей использует доступные на коммерческом рынке программные пакеты.

В рамках проекта "Развитие суперкомпьютеров и грид-технологий" в 2010-2012 годах у нас были созданы опытные образцы отечественного конкурентоспособного программного обеспечения для суперЭВМ. Однако этот чрезвычайно успешный проект не был пролонгирован на последующие годы. То есть сейчас по двум ключевым суперкомпьютерным компонентам Россия полностью зависит от США.

Таков один из итогов встраивания нашей страны в глобальную мировую экономику. Когда основные усилия направляются не на создание собственных, а на приобретение и освоение зарубежных технологий. В итоге - в ключевых для экономики и обороноспособности областях мы видим доминирование технологий "отверточной сборки" и зависимость от США. Если не иметь своей промышленности, в данном случае электронного машиностроения, мы всегда будем зависеть от Америки.

## Полет на виртуальном самолете

**И все же пусть и на западных компонентах, но у нас появились свои восемь суперкомпьютеров. Россия попала в мировую десятку, занимая там девятое место. Правда, мощности по сравнению с лучшими довольно скромные, уступают лидерам более чем в 10 раз. Надо догонять...**

**Владимир Бетелин:** Догонять, конечно, надо. Но в первую очередь не в производительности отечественных суперкомпьютеров, а в их количестве в промышленности. Ведь сегодня львиная доля российских суперЭВМ установлена в научных и образовательных учреждениях. Как следствие - наша промышленность "слаба в вычислениях". При огромной потребности в них в автомобилестроении, авиационной, энергетической, нефтегазовой, фармакологической отраслях. Причина отставания - в отсутствии целенаправленной государственной политики, которая должна поддерживать и стимулировать применение суперкомпьютерных технологий в промышленности. В то время как правительство США уже финансирует проект создания экзафлопсного суперкомпьютера, он будет

совершать 10<sup>18</sup> операций в секунду, в 1000 раз больше, чем нынешние.

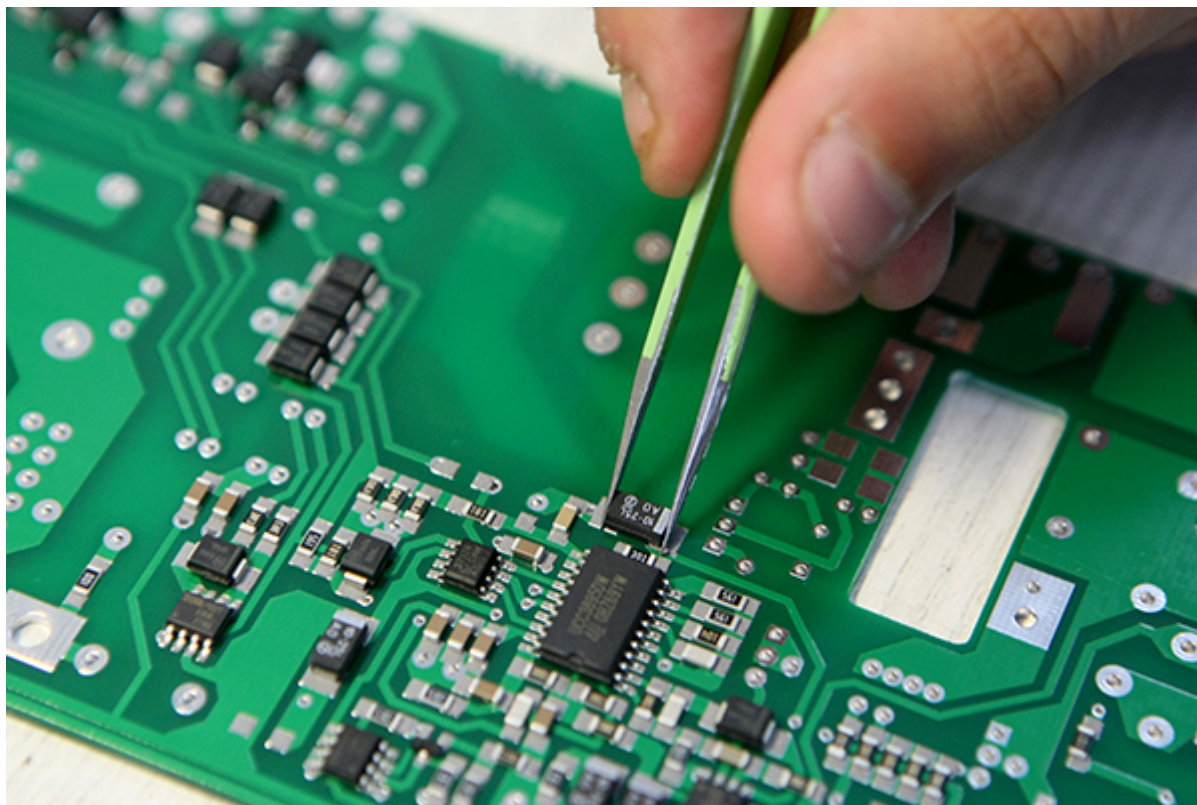


Фото: Александр Кряжев/ РИА Новости [www.ria.ru](http://www.ria.ru)

#### Какие же задачи поставят перед этим супермозгом?

**Владимир Бетелин:** К примеру, создание модели всего самолета, включая аэродинамическое поведение во всех штатных и аварийных режимах. То есть вы все проектируете на компьютере, "летаете" на компьютере, потом делаете образец и подтверждаете на испытаниях то, что уже смоделировали.

Создание нового более экономичного и экологически чистого авиационного двигателя невозможно без моделирования процессов горения топлива на атомно-молекулярном уровне. Проведение этих расчетов также возможно только на экзафлопсном суперкомпьютере. Аналогичная производительность требуется для создания полной модели атомной станции, разработки технологии термогазовой добычи нефти. То есть экзафлопсный суперкомпьютер - это большая "логарифмическая линейка" инженера в XXI веке. США уже занимается созданием такой супермашины при активной поддержке правительства. Основная задача все та же - обеспечить лидирующие позиции США на мировом рынке высоких технологий.

**Если в "мозге" нынешних суперкомпьютеров около миллиона микропроцессоров, сколько же будет у "экзафлопса"? Миллиарды? Но чем их больше, тем ниже надежность...**

**Владимир Бетелин:** Конечно, число микропроцессоров нельзя наращивать бесконечно. Поэтому уже ясно, что экзафлопсные машины нужно создавать на совершенно новых принципах. Ее составляющие нельзя купить на коммерческом рынке, как сегодня узлы петафлопсных суперЭВМ. Все придется делать иначе. Если в двух словах, то "архитектуру" машины и программное обеспечение надо разрабатывать не последовательно, а совместно. Аппаратура и программы будут единым целым. Причем они создаются под одну конкретную задачу, скажем, добычу нефти или модель атомной станции. Эту грандиозную задачу можно решить только при прямой поддержке государства. Без государственной программы по суперкомпьютерам мы останемся в аутсайдерах.

#### Справка "РГ"

Самым мощным суперкомпьютером в мире остается китайский Tianhe-2. В последнем рейтинге "Топ-500" он уже третий раз подряд занял первую строчку. Его производительность достигает 33,86 петафлопса или 33,86 квадриллиона операций в секунду. Второе место досталось американскому Titan с его 17,59 петафлопса. На третьей позиции - американский суперкомпьютер Sequoia мощностью 17,17 петафлопса.

По словам составителей "Топ-500", первая десятка списка практически не изменилась по сравнению с ноябрем 2013 года, когда был представлен предыдущий рейтинг. Из десяти самых мощных компьютеров шесть находятся в США, по одному - в Китае, Японии, Швейцарии и ФРГ.

Всего же в рейтинг "Топ-500" попали 233 суперкомпьютера из США, 73 - из Китая, по 30 - из Великобритании и

Японии, 27 - из Франции, 23 - из Германии. Россия представлена восемью компьютерами, самый мощный из которых - суперкомпьютер "Ломоносов" из МГУ: его производительность 0,9 петафлопса, он занимает 42-е место. Кроме него в Топ500 отметились две машины из Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН (72-е и 355-е место), две из Южно-Уральского госуниверситета (249-е и 471-е место) и по одной из IT Services Provider (217-е место), Института математики и механики УрО РАН (428-е место) и Курчатовского института (464-е место).

## Почему суперкомпьютер считает быстро

До начала 90-х годов каждый суперкомпьютер был уникален. Он создавался на пределе технологий. Поэтому при относительно небольшой мощности стоил очень дорого. Их применение было крайне ограничено.

В 1995 году родилась идея собрать суперЭВМ из множества дешевых микропроцессоров, по сути, из персональных компьютеров. Идея прекрасная, но плюсов без минусов не бывает. Надо было как-то разложить программу на многие составляющие, чтобы вести параллельный счет. Каждый процессор не должен простаивать, а в любой момент времени что-то считал. Иначе затея бессмысленна. Задача оказалась очень нетривиальной. Но этого мало. Процессоры должны как-то перебрасывать друг другу результаты счета. И здесь потребовалось найти оригинальные решения.

Поэтому когда называют фантастические цифры, квадриллионы операций в секунду, надо понимать, что речь идет о пиковой мощности: все сотни процессоров считают одновременно. Но подобное в реальных задачах невозможно. Здесь машина думает куда медленней, все, конечно, зависит от конкретной задачи. Хорошо, если она ведет счет, используя 50 процентов своих пиковых возможностей.