

# Сергей АБРАМОВ: «Чем хочет гордиться»



**Деятельность Сергея Михайловича Абрамова во многом связана с параллельными вычислениями. Уже несколько лет он, являясь директором Института программных систем РАН, координирует суперкомпьютерную программу Союзного Государства и, как следствие, не только имеет свой взгляд на высокопроизводительные системы, но и может оценить стратегическое значение суперкомпьютеров для страны и экономики.**

**Сергей Михайлович, я буду прав, если скажу, что вы — математик по призванию? Если да, то как сочетаются ваши интересы математика и разработка прикладных устройств и программного обеспечения для высокопроизводительных компьютеров?**

Действительно, свое образование я получал сначала в московской математической школе № 7, потом — в Московском университете на факультете вычислительной математики и кибернетики, поэтому сразу могу сказать, что по образованию я не «чистый» математик, а специалист компьютерной отрасли. Моя докторская диссертация была посвящена теоретическим вопросам информатики, а по профессии я математик-программист. В течение последних 16 лет работаю в Институте программных систем Российской академии наук, чьи научные интересы не в последнюю очередь связаны с программными разработками для высокопроизводительных систем и параллельных архитектур.

Если вести речь о высокопроизводительных вычислениях, наши работы в большей степени связаны с фундаментальными исследованиями и с системным (базовым) программным обеспечением. Или, проще говоря, мы разрабатываем операционные системы для высокопроизводительных вычислений, системы поддержки параллельного счета, системы программирования,

позволяющие реализовывать распараллеливание алгоритмов. Словом, ИПС занимается созданием той программной инфраструктуры, на базе которой впоследствии создаются и работают реальные приложения. Прикладное ПО не является для нас приоритетом с научной точки зрения, поэтому прочие приложения, как правило, разрабатывают наши партнеры.

**Сегодня вы ведете суперкомпьютерную программу Союзного Государства «СКИФ». Расскажите, как развивалась эта отрасль в России за последние 20 лет?**

Двадцать лет — огромный срок. Мы ведем историю отрасли с 1984 года. Попытаюсь ответить, хотя рамки вопроса очень широки.

В 1984 году я работал в НИЦЭВТ (Научно-исследовательский центр электронной вычислительной техники, Минрадиопром СССР) в Москве. Сегодня НИЦЭВТ — один из ведущих разработчиков программы «СКИФ», а в те годы это было ведущее предприятие Министерства промышленности СССР, лидер компьютерной индустрии. В НИЦЭВТ тогда велись работы над семейством компьютеров ЕС ЭВМ.

Многие критикуют эту работу, утверждая, что мы шли по пути дублирования западной техники, мол, ЕС ЭВМ — это точная копия семейств IBM/360, IBM/370. Такие заявления показывают неполную осведомленность в вопросе. В те годы в рамках программы ЕС ЭВМ помимо всего прочего велись разработки специализированных процессоров, и таких разработок было около 10 — десятков принципиально разных машин, не имеющих никаких мировых аналогов. Из них половину можно было смело отнести к суперкомпьютерам.

Я об этом так уверенно рассказываю, потому что мне посчастливилось быть куратором семейства спецпроцессоров ЕС ЭВМ,

я изучал все эти разработки: киевский макроконвейер ЕС 2701, ереванский матричный процессор ЕС 2700, петербургскую (тогда ленинградскую) разработку — мультипроцессор с динамической архитектурой ЕС 2704, таганрогский мультипроцессор ЕС 2706 — разработку, к сожалению, покойного академика А. В. Каляева (сейчас его сын, член-корреспондент Академии наук, продолжает данное направление работ).

Я перечислил далеко не все. Представьте себе, все эти работы проходили только в рамках проекта ЕС ЭВМ. В то же время создавалась «Электроника СС-БИС», линия «Эльбрус» («Эльбрус-1», «Эльбрус-2»), под началом Б. А. Бабаяна. Тогда же проектировалось семейство установок ПС — специализированных высокопроизводительных вычислительных машин для нефтяников (ИПУ АН СССР, под руководством И. В. Прангишвили). В те же годы родилась линия МВС (НИИ «Квант»). Золотое было время, тогда страна позволяла себе иметь полтора десятка принципиально различных суперкомпьютерных программ и понимала необходимость таких разработок, на это не жалели денег. Сами ученые тоже понимали, зачем нужен такой огромный спектр разных подходов к архитектуре, к программному обеспечению. И никто ни с кем «не бодался», несмотря на достаточно жесткую научную конкуренцию.

Нельзя сказать, что наши сегодняшние разработки являются прямым продолжением тех работ, хотя на дизайн «Т-систем», которая велась в ИПС РАН, на идеологическом уровне во многом повлиял опыт работы с МДА ЕС 2704. Данный проект определили сам тип мышления, подход к организации параллельного счета. Мы же его переработали, осмыслили заново и реализовали в новой концепции.

К сожалению, сегодня мы не можем ожидать столь же широкой государственной поддержки. И это неправильно. Невозможно сравнить усилия, которые прикладывали передовые страны для обладания критическими технологиями, с тем, что происходит в нашей стране сегодня. Бюджет программы ASCI — американской суперкомпьютерной программы — в тысячи раз превышает бюджет, затрачиваемый на эти цели в России и Белоруссии. (Кстати, три буквы в ASCI и в слове «СКИФ» означают одно и то же — «СуперКомпьютерная Инициатива»). Первоначальное название нашей программы было «СКИБР» — суперкомпьютерная инициатива России и Белоруссии, но окончание «бр» посчитали неблагозвучным и заменили на «ф» — птица Феникс, как намек на то, что пора возродить эту отрасль из пепла...)

Итак, двадцать лет назад в СССР велись интенсивные исследования в отрасли высокопроизводительных вычислений. А 1991–95 гг. — просто провал. Разумеется, нельзя говорить о том, что кто-то развалил какую-то отрасль: кто-то развалил микроэлектронику, кто-то развалил Министерство радиопромышленности... Развал происходил тогда во всех отраслях нашей страны. Кстати, если посмотреть на Белоруссию, там, несомненно, есть упадок, но я бы не удивился, если точная оценка выявила бы меньшую степень

упадка. Там ни одно предприятие нашей отрасли до сих пор не было акционировано. Все заводы бывшего Министерства электронной промышленности СССР оставались государственными унитарными предприятиями и держались в жестком кулаке. Это обеспечило им весьма неплохую сохранность. Да, конечно, упадок, да, конечно, провал, но не разруха — это большая разница. С данной точки зрения при формировании программы «СКИФ» мы нашли в Белоруссии очень хороших партнеров, это полностью паритетная программа.

Как следствие, в 90-е годы Институт программных систем уже не мог надеяться на серьезные государственные программы. Выжили мы за счет участия в российской транспьютерной программе (транспьютер — кристалл, предвестник кластеров, представлял собой процессор с интегрированным интерконнектом). В свое время очень помог грант INTAS по транспьютерной тематике (европейский грантодатель, подведомственный Совету Европы). Таким образом, Совет Европы помог сохранить российскую науку. Это был совместный проект ИПС, итальянского университета города Катанья и фирмы Immos, разработчика транспьютеров. И эти разработки позже вошли в программу «СКИФ».

Вот как для нас выглядела история отрасли до начала программы «СКИФ». Сегодня же наш институт является головным исполнителем программы «СКИФ» от Российской Федерации. Мы отвечаем за базовое ПО, а также координируем общие вопросы разработки аппаратной части и прикладных систем. Что касается работ в области аппаратных и прикладных средств, эту роль исполняют наши партнеры — около двух десятков предприятий России и Белоруссии.

**Какую сегодняшнюю разработку можно выделить особо? Есть ли новые интересные технологии, научные подходы?**

Есть в нашей сегодняшней деятельности одно исключение, так сказать, отклонение от чисто научной деятельности нашего института. Состоит оно в следующем — в рамках программы «СКИФ» мы работаем над инструментальными средствами для создания интеллектуальных систем на базе суперкомпьютерных установок семейства «СКИФ». Эта разработка выполняется в подразделении нашего института — в исследовательском центре искусственного интеллекта, который возглавляет доктор наук, профессор Геннадий Семенович Осипов.

Искусственный интеллект в приложении к суперкомпьютерам — очень важная для нас тема, так как эра «чистого счета», когда суперкомпьютер использовался только для вычислений, уже прошла. Сегодня суперкомпьютер используется не только для расчетов во всех областях промышленности, но и для управления большими базами данных, для организации сложных интернет-сервисов, для разработки сложных интеллектуальных систем. Речь идет не только о привлекательных экспертных системах, но и о совершенно новой области, например, об интеллектуальном управлении.

Такие разработки, казалось бы, носят утилитарно-приклад-

ной характер, но они базируются на фундаментальной науке, требуют глубокого математического анализа. Собственно говоря, эта область науки развивается сегодня исходя из потребностей конструирования прикладных систем.

**Любопытно, как ведутся такие разработки? Они, наверное, требуют персональной проработки для каждого приложения?**

Подход нашего института к системам искусственного интеллекта всегда имел следующий вид: сначала выполняется разработка инструментария для создания систем искусственного интеллекта, а затем на базе одного и того же инструментария создается целая серия экспертных (интеллектуальных) систем, причем для самых различных предметных областей. Заметьте, инструментарий при этом используется один, так что мы экономим достаточно много сил и времени.

Так, на базе предыдущего инструментария (технология Simer+Mir) были разработаны экспертные системы для диагностики состояния автомобиля, для контроля качества воды (была внедрена в СЭС Москвы), для мониторинга рыбных запасов Азовского и Каспийского морей, для хирургии и травматологии. Все эти системы работают практически без помощи человека. После того как проходит процесс «обучения», они способны сами давать экспертные оценки тех явлений и объектов, на которые они «заточены».

Однако сегодня мы создаем подобный инструментарий для суперкомпьютерных платформ семейства «СКИФ»: сначала решаются фундаментальные математические вопросы, затем разрабатываются технологии обработки данных, таким образом создается инструментарий и уже на его базе — прикладные системы для конкретных отраслей.

Чтобы было понятнее, о чем конкретно идет речь, приведу несколько примеров. Одна из прикладных систем, разработанных на базе инструментария «искусственного интеллекта», позволяет классифицировать тексты, то есть с большой степенью достоверности относить тексты к той или иной категории (тематике). Безусловно, систему сначала надо «обучить». Делается это достаточно просто: для каждой темы отбирается вручную некоторый набор текстов, который впоследствии служит базой для анализа. После такого «обучения» система автоматически, на базе глубокого семантического анализа, классифицирует новые тексты.

Если мы хотим добиться высокой точности классификации (высокой релевантности), то оказывается, нам потребуется выполнять сложный семантический анализ текстов, а для этого будут нужны большие вычислительные мощности.

Зачем нужны такие системы? Это мощный инструмент для различных аналитических центров, как государственных, так и корпоративных. Например, группа компаний РБК использует подобную разработку

Другая система, создаваемая с использованием тех же инструментальных средств для семейства «СКИФ», относится к классу knowledge mining — извлечение конкретных знаний из потока разрозненных данных. ❦



# наша страна?»

Допустим, имеется множество публикаций на естественном языке: просто статьи, странички Интернет, а необходимо заполнить традиционную базу данных. Например, надо получить таблицу со следующими полями: название фирмы, какой товар она производит, когда она начала производить этот товар, производит ли она этот товар сейчас, оценка качества товара и т. п. Тогда вы некоторым образом описываете поля данной таблицы, и система автоматически ее заполняет, анализируя тексты на естественном языке. Фактически вы получаете структурированное знание из неструктурированного объема информации.

Еще пример использования knowledge mining — сбор данных о ньюсмейкерах. Вы берете публикации, «скармливаете» их системе и получаете таблицу, где указано, кто был источником той или иной новости, когда это произошло, фамилия, имя, отчество ньюсмейкера, должность и т. д.

Третья система на базе того же инструментария — это высоко релевантный поиск в сети Интернет. Запрос формулируется как ситуация, например, «президент России прибыл в Индию». Будут найдены все документы, описывающие эту ситуацию. Какими именно русскими словами данная ситуация описана — неважно, система учитывает именно смысл, а не конкретный набор слов. Например, под шаблон поиска вполне подойдет фраза «самолет В. В. Путина приземлился в аэропорту Дели», хотя в данной фразе нет ни одного слова из шаблона-запроса. Такой семантический высокорелевантный поиск — совершенно новая область, и подобные приложения потребуют большой скорости обработки данных, суперкомпьютерной производительности.

Ну и последнее направление, которое мне хочется описать, — интеллектуальное управление, то есть управление сложными системами с независимыми взаимодействующими объектами, где простой механический расчет по законам движения и физического взаимодействия оказывается бессильным. Чтобы управлять такими системами и принимать решения о том, что надо сделать в каждый момент времени, требуется привлечь искусственный интеллект. Оказывается, даже задачу с двумя телами, например, стыковку модулей космического корабля, гораздо эффективнее решать с применением возможностей интеллектуального управления. Такая система может использоваться в любом вопросе, когда мы не можем быть на 100% уверены в ее состоянии в следующий момент времени. Например, если применить такую установку на сложной электростанции, то в случае нарушения одного из процессов и угрозе аварии система не просто начнет моргать красной лампочкой перед оператором, но также попытается найти решение самостоятельно.

**Скажите, чем отличаются разработки программного обеспечения ИПС РАН от других коммерческих решений? В чем их преимущества и что хотелось бы доработать?**

Главное отличие следует из специфики нашей задачи. В рамках программы «СКИФ» мы должны создать серию машин, которая будет по карману потребителям суперкомпьютерных вычислений в России и Белоруссии, то есть в странах-участниках Союзного Государства. Поэтому без потери качества и важных для потребителя эксплуатационных параметров мы были обязаны снижать ценовые характеристики как аппаратных средств

(за счет использования массовых компонент), так и ПО. Таким образом, мы руководствовались двумя принципами: использовать бесплатное программное обеспечение везде где можно, а также собственное программное обеспечение там, где свободного ПО не хватало.

В результате нам пришлось разрабатывать собственное программное обеспечение для некоторых прикладных областей, для оригинальных решений в области суперкомпьютерных вычислений (тех, для которых просто нет других решений), а также во всех случаях, когда нас по каким-то причинам не удовлетворяло свободное или коммерческое программное обеспечение.

Уже на второй год работы программы «СКИФ» мы сдавали государственные испытания по первому семейству компьютеров «СКИФ». На оценку было вынесено все разработанные программное обеспечение: по объему — это шесть дисков CD-ROM емкостью 650 Мбайт.

Однако налицо непонимание проблемы, потому что традиционно, когда речь заходит о «СКИФах», все спрашивают, «какая у вас аппаратура?», «какая у вас производительность?» А ведь масса усилий, может быть, даже большая их часть была потрачена на программное обеспечение, и это вполне закономерно.

Собственность, оригинальность разработок пронизывает все программное обеспечение, начиная с операционной системы. Мы можем использовать стандартные операционные системы, но у нас есть и собственные адаптированные ядра ОС — это Linux-SKIF. Ее создание — не просто попытка сделать ОС собственностью, речь идет о глубокой адаптации ядра с целью повышения информационной безопасности.

Другой пример: PVFS-SKIF, параллельная виртуальная файловая система из свободного ПО также специально адаптировалась под архитектуру «СКИФ». Во время работы были сделаны действительно большие изменения исходного кода.

Если же перечислять все наши внутренние разработки, можно представить следующий список:

- собственная мониторинговая система FLAME — разработка МГУ. Она использовалась в российской суперкомпьютерной программе в Межведомственном Суперкомпьютерном Центре на установке МВС-1000М. Также была адаптирована для «СКИФов» и называется теперь «FLAME-SKIF»;
- сервисная сеть, уникальная разработка, позволяющая значительно облегчить и удешевить управление кластером;
- адаптация 12-ти пакетов open source, предназначенных для параллельных вычислений. Чистая клевета, что они «с одной кнопки собираются» и «с одной кнопки работают», приходится заниматься и тюнингом, и адаптацией, причем довольно долго;
- «Т-система» — это полностью отечественная оригинальная разработка. ИПС занимается данным вопросом уже больше 10 лет. «Т-система» — один из ключевых моментов программы «СКИФ». Это программная среда с несколькими входными языками, позволяющая освободить программиста от большинства аспектов, связанных с организацией параллельного счета в некоторых приложениях;
- различные оригинальные прикладные системы, собственные разработки в рамках программы «СКИФ»;
- и последнее, TDB-отладчик для

МРІ программ разработки ИПС РАН. При создании TDB стояла задача реализовать функциональность коммерческого отладчика TotalView. В результате мы имеем явное преимущество: при той же функциональности TDB — наш собственный продукт, которым мы можем бесплатно оснащать установки «СКИФ», а использование коммерческого отладчика TotalView стоит \$500 в год за каждый узел. Такой отладчик на 64-узловом «СКИФ К-500» обошелся бы в \$32 тыс. в год!

**Что такое «сервисная сеть» и как широко она распространена?**

Сервисная сеть разработана в ИПС РАН в рамках программы «СКИФ». Но прежде чем говорить о сервисной сети, нужно дать небольшую вводную, чтобы стало понятно, как мы пришли к концепции выделенной сети управления.

Суперкомпьютеры по своей сути — это большое количество вычислительных узлов, а каждый узел — обычный компьютер. Для организации счета вычислительные узлы связаны специализированной сетью — интерконнектом. Как правило, это не привычный Ethernet (со всеми его разновидностями), а специальные сети класса Myrinet, SCI, InfiniBand, Quadrix и т. п. Вспомогательная TCP/IP-сеть (например, гигабитный Ethernet) обычно также присутствует в установке и применяется для файловых обменов.

В программе «СКИФ» в качестве специальной сети мы использовали SCI, но последние установки были переведены на перспективное оборудование InfiniBand, которое мы освоили благодаря компании «Т-Платформы», к счастью, она активно инвестирует средства в новые технические решения в интересах программы «СКИФ».

Но вернемся к строению кластерной системы. Когда вы имеете много вычислительных узлов, весьма остро встает вопрос об управлении ими. Да, конечно, узлом можно управлять через вспомогательную сеть: используя протоколы telnet, ssh, snmp, они позволяют выполнять команды, считывать показания датчиков температуры, диагностировать состояние программ, а также аппаратной части узла... Все это реально, но только до тех пор, пока вспомогательная сеть работает и вычислительный узел не «завис». Однако Ethernet, как известно, — сложное техническое изделие, и в процессе работы вычислительного узла возможны такие ситуации, при которых Ethernet становится недоступен (например, узел просто сгорел), а хотелось бы знать, что же произошло с узлом.

Кроме того, есть необходимость управления процессом включения/выключения электропитания того или иного узла. Зачем это нужно? Крупная установка «СКИФ К-500» имеет 64 вычислительных узла, потребляемая мощность установки около 16 кВт. Как включить такую установку? Если мы, повернув один рубильник, разом включим электропитание на всех узлах, то произойдет огромный скачок тока — в начальный момент вычислительные узлы всегда потребляют больше энергии, чем в последующие периоды: надо раскрутить жесткий диск, надо раскрутить вентиляторы, эти процессы влекут за собой очень большие пусковые токи. Представляете, к чему приведет одновременный старт 64 узлов? Какой запас максимального тока в сети нужно будет обеспечить?

(Продолжение на стр. 16)

## Back UPS ES 525



## НАШ НОВЫЙ ИБП

ЛЕГЕНДАРНОЕ КАЧЕСТВО

РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ РОССИИ

ДОСТУПНАЯ ЦЕНА

- 3 РОЗЕТКИ С БАТАРЕЙНОЙ ПОДДЕРЖКОЙ
- 1 РОЗЕТКА С ЗАЩИТОЙ ТОЛЬКО ОТ СКАЧКОВ НАПЯЖЕНИЯ
- ДИАПАЗОН ВХОДНОГО НАПЯЖЕНИЯ 160-280 В
- КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПОРТ USB
- ЗАЩИТА ТЕЛЕФОНА, ФАКСА И DSL-ЛИНИЙ
- В КОМПЛЕКТЕ: ПО POWERCHUTE PERSONAL EDITION, КАБЕЛЬ USB
- ГАРАНТИЯ — 2 ГОДА



ХОЛДИНГ  
НАЦИОНАЛЬНАЯ  
КОМПЬЮТЕРНАЯ  
КОРПОРАЦИЯ

www.ocs.ru

Москва  
(095)995-2575  
ocsinfo@ocs.ru

Новосибирск  
(3832) 27-27-20  
info@ocsib.ru

Санкт-Петербург  
(812)324-2860  
ocsinfo@ocs.ru

Пермь  
(3422) 19-5148  
info@ocsu.ru

Воронеж  
(0732) 39-34-33  
info@ocs-south.ru

Ростов-на-Дону  
(8632) 52-64-46  
rinfo@ocs-south.ru

Екатеринбург  
(343) 350-5170  
ocs@ocs.e-burg.ru

Самара  
(8462) 35-3010  
info@ocs-samara.ru

Нижний Новгород  
(8312) 32-02-57  
nn@ocsnn.ru

Челябинск  
(3512) 52-1641  
mvz@ocs.e-burg.ru

**APC**  
легендарная надежность

www.apc.ru

Авторское право ©2004 American Power Conversion. Все товарные знаки являются собственностью соответствующих компаний.



# Сергей АБРАМОВ: «Чем хочет гордиться наша страна?»

(Продолжение. Начало на стр. 14)

Логично научиться селективно включать один узел, выдерживать паузу, затем включать следующий и т. д. В большинстве случаев аппаратура вычислительных узлов и сети Ethernet позволяет производить включение таким образом, но во-первых, не всегда, а во-вторых, этот процесс получается достаточно сложным с технической точки зрения.

Помимо перечисленных проблем существует еще целый спектр пожеланий, которые невозможно или достаточно тяжело выполнить при помощи вспомогательной сети Ethernet. Хотелось бы дистанционно, селективно и без использования сложных схем (не через Ethernet) проводить аппаратный сброс (reset) вычислительного узла, изменять настройки BIOS на узле, управлять загрузкой той или иной операционной системы на вычислительный узел, изменять параметры загрузки и т. п.

Все эти функции были реализованы в сервисной сети (ServNet), разработанной ИПС РАН. В рамках проекта сделана несложная аппаратура, которая позволяет связать узлы отдельной сетью. Используя данную сеть, вы можете селективно включать и выключать любой узел, делать сброс (reset) узла, работать с консолью узла через последовательный интерфейс. Также можно изменять BIOS, управлять процессом загрузки операционной системы, выбирать вариант загружаемой операционной системы (конечно, если вы заранее позаботились о том, чтобы установить несколько версий). Вы также сможете выполнить любую команду на конкретном узле, даже когда все остальные средства связи (Ethernet) с узлом недоступны. Вообще, последовательная консоль, с которой работает сервисная сеть, — это место, куда выводятся самые критические сообщения операционной системы, например, сообщения об ошибках в ядре ОС. Сегодня через управляющую сеть можно осуществлять мониторинг критических сообщений: если на каком-то узле появилось такое сообщение, оператору сразу сообщается, что произошло и какой узел пострадал.

И наконец, даже если узел «умер», абсолютно недоступен и сеансы связи с серийной консолью невозможны, сервисная сеть все равно способна помочь в диагностике. Каждый элемент сети снабжен энергонезависимой памятью, в которой сохраняется несколько последних строк сообщений консоли, и из них, «посмертно», мы можем понять, что же происходило в последние мгновения работы узла.

ServNet дает огромные функциональные возможности при минимальных затратах аппаратуры. Сеть очень проста, а значит, надежна. В ней применяется простой микроконтроллер фирмы Atmel серии AVR, все остальное — это прошивка микроконтроллера. Себестоимость такого изделия — порядка \$20–25 за штуку. Конечно, есть фирменные аналоги сервисной сети, иногда они даже интегрируются в материнскую плату или предлагаются как отдельное устройство. Но, как правило, это дорогостоящие изделия, и с хорошей функциональностью. Такие изделия стоят \$300 за каждый узел. Выигрыш в цене очевиден.

ИПС РАН разработал прототип ServNet, написал все программное обеспечение для отладки, выпустил маленькую партию изделий (около 30 штук), разработал эскиз конструкторской документации и передал его в Минск, в НИИ ЭВМ. Там довели эскиз до нормальной конструкторской документации и выпустили 200 плат сети ServNet.

Сейчас такие платы широко внедрены: в частности, ими оснащены все кластеры

в Переславле-Залесском (около 40 плат). Более того, этими платами оснащены все кластеры в Минске, в том числе 64-узловой кластер «СКИФ К-500» и другие инсталляции (всего порядка 100 узлов). Сетью ServNet оснащены многие кластерные решения фирмы «Т-Платформы», в том числе те, которые установлены в Центре кластерных технологий. Сеть ServNet также закупил и установил НИВЦ МГУ, причем инициатором такого оснащения выступал В. В. Воеводин, деятель, широко известный российской общественности благодаря своему сайту [www.parallel.ru](http://www.parallel.ru). Из НИВЦ МГУ поступили весьма лестные отзывы о результате применения нашей сети. Отрадно отметить, что по инициативе компании «Т-Платформы» разработана новая усовершенствованная версия эскизной конструкторской документации, и «Т-Платформы» уже развернули производство новой ServNet в России. В доработанной версии уменьшены габаритные характеристики и лучше продуман дизайн для установки сервисной сети в компактные узлы кластеров.

**Суперкомпьютеры — понятие достаточно условное. Какой бы вы выбрали критерий для определения принадлежности системы к категории суперкомпьютеров?**

Этот вопрос остается камнем преткновения научных споров среди специалистов, и единого мнения, видимо, до сих пор не существует. Очевидно, что присвоение «почетного звания суперкомпьютер» должно было базироваться на однозначном и достаточно жестком критерии: суперкомпьютер — уникальное изделие, таких не должно быть много. В конце концов, большинство специалистов склоняется к тому, чтобы взять за основу какой-то общепризнанный рейтинг, например, TOP500 — список пятисот самых мощных компьютеров в мире, который обновляется дважды в год.

Однако и здесь не все просто, до сих пор нет единого мнения о том, насколько справедливо этот рейтинг оценивает установки. Безусловно, тот факт, что критерием для ранжирования в TOP500 является не пиковая вычислительная мощность, а реальная производительность при выполнении некоторой задачи (Linpack, решение системы линейных уравнений) является положительным. Но и ее показательность все больше подвергается сомнению. То есть неясно, насколько Linpack имеет отношение к сегодняшним реальным потребностям в вычислениях. Ведь не все же время приходится решать линейные уравнения.

Но пусть мы приняли этот критерий, тогда попал в TOP500 — значит суперкомпьютер, все согласны. А если не попал? Если судить по TOP500, в России никогда не было суперкомпьютеров вплоть до 2002 года. Но ведь это неправда! Несомненно, и СССР, и Россия занимались разработкой суперкомпьютеров, и многие образцы заслуживали «почетного звания суперкомпьютера» задолго до того, как был создан MVS-1000 (первый, попавший в TOP500). Разве ранние изделия семейства MVS не заслуживали этого названия? Конечно, заслуживали! Была масса прекрасных разработок, занимавших лидирующие для того времени позиции, но «слегка» не дотягивающих до планки TOP500.

Поэтому после долгих дискуссий в рамках программы «СКИФ» мы подписали для себя протокол об использовании терминологии. Формулировка звучит примерно так: «изделие называется «суперкомпьютером», если в момент его выпуска производительность изделия составляет не менее 30% от нижнего предела TOP-500. В противном случае это может быть высокопроизводительная вы-



«СКИФ К-500»

числительная установка или «суперсервер» среднего класса — в зависимости от конкретных показателей».

Не сомневаюсь, это решение кому-то покажется спорным, но, по крайней мере, оно позволяет отнестись передовые разработки, выполненные в прежние годы в СССР, а также выполняющиеся сейчас, к классу суперкомпьютеров. В рамках программы «СКИФ» разработано 12 установок, но если опираться на сегодняшний критерий, только три из них удовлетворяют данному определению, что вполне нормально.

Однако нельзя забывать и о других рейтингах. Споры вокруг TOP500 привели к возникновению альтернативных систем оценок — например, рейтинг TopCrunch. Ранжирование суперкомпьютеров и высокопроизводительных вычислительных установок по этому принципу поддерживается оборонным агентством США — DARPA, и рядом других агентств, чье мнение более чем весомо для индустрии. Критерием является производительность на нескольких реальных задачах (они избегают даже самого термина «производительность», предпочитая ему слово «продуктивность»). Тест происходит следующим образом: берется инженерный пакет LSDYNA, для которого фиксируют некий набор входных данных, описывающих действительный сложный счет задач, взятых из реальной практики. Скажем, моделирование столкновения трех автомобилей: на светофоре стоит два автомобиля, третий не успевает затормозить и врывается во второй, а тот, в свою очередь, проезжает какое-то расстояние и врывается в первый. Фактически, это краш-тест в очень сложных условиях. Еще одна задача для этого рейтинга — просчет лобового столкновения для конкретной модели автомобиля «Плимут». Ранжируемая установка делает расчет и занимает место в рейтинге согласно затраченному времени, которое можно измерить обычным секундомером.

Сразу хочу отметить, мы также участвуем в этом рейтинге, и если в TOP500 суперкомпьютер «СКИФ К-500» занимал в ноябре 2003 года 407-е место, то в рейтинге TopCrunch на задаче расчета столкновения трех автомобилей отечественный кластер добрался до 4-го места, а на расчете лобового столкновения автомобиля «Плимут» — до 11-го места. Кстати, опередили нас только установки абсолютно другого ценового порядка и принципиально других технологических решений: это были суперкомпьютеры на базе процессоров PowerPC 4+ и Itanium 2 (наш «СКИФ К-500» построен на базе процессоров Intel Xeon).

Результат данного теста также может являться критерием отношения установ-

ки к классу суперкомпьютеров, и что касается «СКИФ К-500», в данном случае никаких сомнений не возникает: четвертое место в мире — явно суперкомпьютер.

**Суперкомпьютеры могут являться предметом национальной гордости? Доросла ли Россия до осознания государственной необходимости в суперкомпьютерах?**

Суперкомпьютеры, безусловно, являются предметом национальной гордости. Насколько это осознано органами власти России и Белоруссии — покажет время. Как раз сейчас в государственных органах обеих стран находится на согласовании продолжение суперкомпьютерной программы «СКИФ-GRID» — проект программы «СКИФ-GRID» на следующие четыре года, это очередной этап нашего развития. Вот сейчас и станет ясно, нужна ли России новая программа «СКИФ-GRID», важно или нет продолжать суперкомпьютерную союзную программу.

Что касается Союзного Государства и Белоруссии, в этой оценке сомневаться не приходится — и тому есть яркие подтверждения. Государственный секретарь Союзного Государства П. П. Бородин, несмотря на свою загруженность, безусловно уделяет внимание программе «СКИФ». Он нашел время прибыть на презентацию суперкомпьютера «СКИФ К-500» и ответить на вопросы прессы. Кстати, приглашения были разосланы всем ведущим министерствам, которые имели отношение к союзным программам: в министерства, отвечающие за науку, финансы и экономику России и Белоруссии. Хотя встреча проходила в Москве, белорусская сторона продемонстрировала «стопроцентную явку». Из российских министерств присутствовали представители только нынешнего Министерства образования и науки.

А вот маленький факт, наглядно показывающий, насколько в Белоруссии серьезно относятся к программе «СКИФ». Новогоднее поздравление президента А. Лукашенко белорусскому народу продолжается три-четыре минуты. В Интернете каждый может поискать текст поздравления с новым, 2004 годом: сначала президент Республики Беларусь дает анализ нашего времени, затем он упомянул о семи важнейших достижениях Белоруссии за 2003 год. Вот как начинается этот блок поздравления: «Мы достойно прожили уходящий год. Нам есть чем гордиться. Создав суперкомпьютер «СКИФ», наша страна вошла в элиту мирового информационного сообщества». Я думаю, этого достаточно, чтобы понять, как оценивают в Белоруссии программу «СКИФ», хотя есть и другие примеры самых высоких оценок программы из уст первых лиц республики.

(Окончание на стр. 18)



# Стратегия Intel – открытые архитектуры для эффективных высокопроизводительных вычислений

На вопросы редакции отвечает Андрей Семин, координатор Intel по разработке решений для бизнеса в странах СНГ.

**Андрей, каких успехов достигла компания в области высокопроизводительных вычислений?**

Сегодня рейтинг TOP500 наглядно демонстрирует бум архитектуры Intel: уже больше половины списка (точнее 287 из 500) занимают суперкомпьютеры на процессорах Intel, в то время как всего четыре года назад хватило бы пальцев одной руки, чтобы сосчитать системы на процессорах нашей компании. Конечно, суперкомпьютерная тема была интересна Intel еще в 80-х годах, однако такое массовое использование компонентов стандартных архитектур стало наблюдаться только в последние четыре-пять лет. В прошлом использовались в основном весьма дорогостоящие специализированные комплексы, собранные на заказ, однако сегодня большинство кластеров из TOP500 собраны на стандартных компонентах, которые можно приобрести в магазинах.

**Вы говорите о кластерах, какова же судьба многопроцессорных серверов?**

Процессоры Intel сегодня используются в узлах с количеством процессоров от 1 до 512. Далее узлы как строительные блоки можно объединять друг с другом для решения одной задачи. Какую систему собирать – решают в зависимости от поставленной задачи и степени эффективности

реализации параллелизма используемых алгоритмов. Если алгоритм для решения задачи таков, что отношение времени, которое уходит на вычисления, ко времени, затраченному на обмен данными между процессорами, велико, то имеет смысл использовать кластер отдельных серверов, связанных между собой в сеть. Однако когда приложение распараллеливается плохо и требуется одновременная работа всех процессоров с большим количеством данных, приходится использовать один или небольшое количество многопроцессорных серверов.

Что касается цены, стоимость процессора от Intel в 4- или в 512-процессорном сервере – одинакова. Да, быть может, те, что используются в двухпроцессорных серверах, окажутся чуть дешевле. И в то же время, чтобы объединить много процессоров в одну высокопроизводительную систему, требуется достаточно большое количество дополнительной аппаратуры – коммутаторов, высокоскоростных соединений. Проще говоря, по мере увеличения количества процессоров в одном корпусе стоимость системы растет нелинейно. В двухпроцессорной системе стоимость процессоров составляет порядка 30% от стоимости системы, в то время как для 16-процессорного комплекса этот показатель будет меньше 15%. Так что те задачи, которые можно эффективно решать на кластерах с узлами по два процессора, будут решаться на них; а другие приложения придется оставить на больших серверах.

**Может ли бизнесу потребоваться многопроцессорная система?**

Да, безусловно, бизнес будет продолжать использовать многопроцессорные серверы. В качестве примера возьмем нефтегазовую отрасль, где можно выделить две категории задач, требующих больших вычислительных ресурсов, – это Upstream, задачи, связанные с разведкой и добычей нефти, а также Downstream, задачи, отвечающие за ведение бизнеса, управление цепочками поставок, сбыт и другие потребности производства. И если в Upstream сегодня все больше и больше становятся популярными высокопроизводительные кластеры двухпроцессорных серверов под управлением Linux, то специфика приложений в Downstream пока очень часто требует применения больших SMP-серверов. Во-первых, здесь немаловажную роль играют показатели отказоустойчивости и надежности решений, а во-вторых, такие приложения, как SAP R/3, практически плохо распараллеливаются на кластер. Да, очень часто компоненты системы управления предприятием располагают на двух или четырех серверах, но это делается для обеспечения отказо- и катастрофоустойчивости. Однако о том, чтобы расположить ERP на 128 узлах, речи сегодня не идет. И если у компании большой бизнес, большие базы данных и с ERP-системой предприятия одновременно работает много пользователей, то для нее приходится покупать серьезный многопроцессорный сервер.

Другими примерами, где использовались большие многопроцессорные серверы

может оказаться более эффективным, служат и другие приложения, с которыми мы сталкиваемся практически ежедневно – это банковские системы и биллинг операторов связи.

**Какую долю рынка занимают ваши решения?**

Сегодня Intel производит процессоры для решения задач как в области высокопроизводительных вычислений, так и для инфраструктуры и автоматизации ведения бизнеса предприятия. Процессоры семейства Xeon широко распространены в инфраструктуре и пользуются популярностью. Процессоры семейства Itanium набирают силу в областях высокопроизводительных и научных вычислений, а также для серверов, выполняющих критичные для бизнеса приложения, где раньше были широко распространены RISC-серверы.

По оценкам IDC, доля рынка решений, построенных на базе компонентов стандартной архитектуры Intel, таких как Xeon, составляет более 85% – это в основном серверы до четырех-восемью процессоров. По части высокопроизводительных масштабируемых решений, на рынке, где играет Itanium 2, наша доля стремительно увеличивается: по информации исследования, опубликованного компанией Gartner, рост объемов продаж серверов с Itanium 2 только в I квартале этого года составил 500%.

**Каково соотношение между продажами Xeon и Itanium 2?**

Конечно, если говорить о количестве продаж «в штуках», то Xeon'ов про-



(Окончание. Начало на стр. 14)

Что же касается позиции России... Я вижу высокую оценку со стороны прессы, науки, самой Российской академии наук. Например, итоговые отчетные документы Российской академии отбираются весьма жестко. При этом в итоговом отчете РАН как за 2002, так и за 2003 год достижения по программе «СКИФ» фигурируют не один раз. Это оценка научной общественности. Как относится к программе исполнительная власть России? Я не могу за нее ответить на этот вопрос, государственные деятели должны сами сформулировать свою точку зрения, и, как я говорил ранее, какую значимость они придают суперкомпьютерной программе, покажет самое ближайшее время.

Ведь вопрос о том, важно это или нет и с экономической, и с политической точки зрения, связан с самооценкой нации.

В TOP500 записаны установки, которые расположены в четырех десятках государств мира. Однако в большинстве случаев обладание суперкомпьютерами выглядит так: «мне нужно, сам не умею, есть деньги, взял и купил». А вот производить входя-

## Сергей АБРАМОВ: «Чем хочет гордиться наша страна?»

щие в TOP500 изделия сегодня могут только полтора десятка стран. Это компактный, замкнутый элитный клуб, попадание в который подразумевает обладание суперкомпьютерными технологиями, а они, кстати, относятся к критическим технологиям. Заметьте, тоже интересный термин – «критические технологии»... Есть список критических технологий, который каждая страна (Россия, США и другие) формирует по собственному усмотрению, но по весьма близким принципам. В Америке этим занимается Конгресс США, причем список время от времени пересматривается. Какие технологии относят к критическим? Определение звучит примерно так: «это те технологии, которыми сегодня мы (все страны) не обладаем или обладаем не в полной мере, и обладание которыми завтра будет определять мощь страны (экономическое, в первую очередь, а за ним – и военное)». Если страна овладеет критической технологией за очередной временной период, значит, она подтверждает свой статус супердержавы, в противном случае это технологически отсталая страна (например, сырьевой придаток).

Вот уже несколько десятилетий суперкомпьютерные технологии в той или иной формулировке не покидают списков критических технологий (как по версии Конгресса США, так

и в аналогичных российских списках). Сегодня мы вошли в элитный клуб производителей суперкомпьютеров, реально подтвердили, что обладаем данной критической технологией на том уровне, на котором она развита в мире в настоящее время. Важно это для России или нет? Это целиком вопрос о национальной гордости. Ведь разные страны могут гордиться разными вещами! Страна может гордиться тем, что она супердержава, а может, абсолютно искренне, гордиться тем, что она прекрасный сырьевой придаток для всего остального мира. Кроме того, она может гордиться и тем, что она – уникальное место для туристов. Примеров существует множество. Ваш вопрос – это вопрос о том, чем мы, россияне, хотим гордиться! Какую роль мы себе отводим сегодня? А завтра? Это вопрос самооценки. Очень хочется, чтобы это был осознанный выбор народа, потому что таким образом мы определяем свое место в мире и свою роль в мировой экономике.

**Какие направления являются приоритетными для внедрения нового комплекса «СКИФ К-500»? Будет ли это решение тиражироваться за рубежом?**

Цель программы «СКИФ» – выпустить изделие, которое объективно необходимо для всех предприятий всех отраслей России и Белоруссии, в том числе

для государственного управления и стратегического использования. Мы сделали все, что от нас зависит: разработана конструкторская документация, проведены государственные испытания. Мы с нашими партнерами, включая фирму «Т-Платформы», обеспечили прекрасные технические показатели, отличное соотношение «цена/производительность». Мы сделали все, что объективно требует наш рынок. Как он откликнется, зависит не только от нас.

Например, от того, на что ориентирована наша экономика. Ведь для того чтобы продавать сырье, нам не нужны суперкомпьютеры. Но если мы хотим реально удвоить ВВП, значит, нужно развивать производство. Здесь суперкомпьютеры не то чтобы «нужны», без них просто невозможно достичь требуемого результата (удвоения производства в разумные сроки). Ни в одной отрасли – химической промышленности, на транспорте, в логистике, планировании перевозок, машиностроении, фармацевтике, интернет-сервисе – невозможно навести порядок без суперкомпьютеров. Медиахолдинг Rambler, например, понимает, что без этого не обойтись, и «Т-Платформы» уже поставили для него кластер. Без современных расчетов конструкций невозможно говорить ни о каких перспективных инже-

нерных разработках, скажем, об истребителях пятого поколения. Мы сделали платформы для всего этого, а как откликнется рынок – будем ждать.

Теперь о зарубежных поставках. При формировании программы «СКИФ» экспортная возможность была оговорена заранее и утверждена на правительственном уровне – в том числе и для тех стран, где чувствуются какие-то ограничения от других поставщиков. Не вижу причин не взять этот сегмент рынка. Переговоры об экспортных поставках ведутся уже сейчас.

В Белоруссии и «СКИФ К-500», и предыдущие модели используются активно самыми различными предприятиями с огромной активностью, значительно превышающей активность российских предприятий. Я просто перечислю первые заводы, которые стали ежедневно использовать расчеты на установках «СКИФ» и получать от этого экономического и технологического эффект: завод «Белкард» (производит карданные валы для всего СНГ), минский автомобильный завод, завод БелАЗ (большегрузные автомобили), минский тракторный завод, агрегатный завод (поставка компрессоров для автомобильной промышленности всего СНГ). Почвообрабатывающие агрегаты также считаются в Белоруссии на суперкомпьютерах и т. д.