

Копия текста публикации со страницы

http://www.3dnews.ru/editorial/intel_novosib_hpc_day_june_2010/

День технологий HPC. Новосибирск, июнь 2010

Автор: Владимир Романченко
Дата: 08.07.2010



Во второй половине июня в Новосибирске состоялось одно из крупнейших российских IT-мероприятий этого года - День Суперкомпьютерных технологий. Симпозиум, организованный совместными силами компании Intel, Сибирского отделения РАН и руководства Новосибирской области, собрал под крышей Дома учёных Академгородка представителей отечественной науки, ведущих российских и зарубежных IT-компаний, а также многочисленных журналистов из российских, украинских и казахстанских изданий.

Мероприятия такого внушительного масштаба и столь впечатлительного кворума для российской действительности пока что явление нечастое, хотя, надо признать, остро востребованное, ибо круг вопросов, обсуждаемых на симпозиумах по технологиям и вопросам внедрения HPC (High-Performance Computing - высокопроизводительные вычисления) с каждым днём нарастает с невероятной скоростью. Далеко за примером ходить не надо - совсем недавно, в декабре 2009 года, в Москве уже проходило мероприятие подобного масштаба (см наш репортаж "[Симпозиум Intel HPC 2009: всё о российских суперкомпьютерах](#)"). Прошло всего полгода, однако за это время успело поменяться очень многое. Некоторые проблемы, стоявшие на повестке дня полгода назад, уже успешно разрешены и воспринимались участниками последнего симпозиума как привычная обыденная данность, а на июньском мероприятии шла речь о ближайших горизонтах, просто немислимых полгода назад.



Полная программа Дня Суперкомпьютерных технологий вместила в себя множество докладов по самым разным направлениям, так или иначе связанным с заявленной темой. Докладчики рассказали о сегодняшнем и завтрашнем дне аппаратной части суперкомпьютеров; о новых методах вычислений, в частности, распараллеливании и виртуализации; о непосредственной связи науки и бизнеса, где нынче как никогда ранее востребованы возможности НРС; о новых горизонтах теоретических и прикладных научных исследований, открываемых благодаря доступности современных вычислительных мощностей, и о многом другом. В конце этого насыщенного дня состоялся круглый стол, где журналисты и представители науки и бизнеса смогли напрямую обсудить друг с другом прикладные аспекты вопросов, поднятых в докладах.

Кроме того, в рабочую программу московских журналистов в этой поездке также было включено посещение Новосибирского государственного университета, знакомство с его руководством и экскурсия по действующим лабораториям, где ежедневно творится будущее российской науки.

Обо всём об этом – в нашем сегодняшнем репортаже. Однако прежде чем приступить к рассказу о наиболее интересных событиях Новосибирского Дня Суперкомпьютерных технологий, хотелось бы сказать несколько слов об атмосфере, царившей на этом симпозиуме. С моей точки зрения – как человека, не первый год принимающего участие в подобных мероприятиях и внимательно следящего за развитием направления НРС в России, индустрия в настоящее время переходит на новый качественный уровень.

Ситуация с постоянным запаздыванием внедрения и использования возможностей НРС, похоже, уходит в прошлое - Россия, хотя и с оговорками (о которых ниже), постепенно превращается в державу, наука и бизнес которой на равных говорят со всем миром, и уже сейчас предлагают в некоторых областях передовые решения важнейших задач.

Немаловажную роль в усилении этой тенденции играет государство, которое хоть и со скрипом, постепенно, но всё же разворачивается в сторону высоких технологий. Благодаря пониманию стратегической важности развития НРС удалось значительным образом увеличить объём инвестиций в российские суперкомпьютеры.

Однако главным фактором, на мой взгляд, является классический переход количества в качество - многократно возросшая за последние годы мощь российских суперкомпьютеров, применяемых в научных и промышленных приложениях, а также рост числа специалистов по технологиям НРС, не могли не породить **новой культуры высокопроизводительных вычислений** в нашей стране.

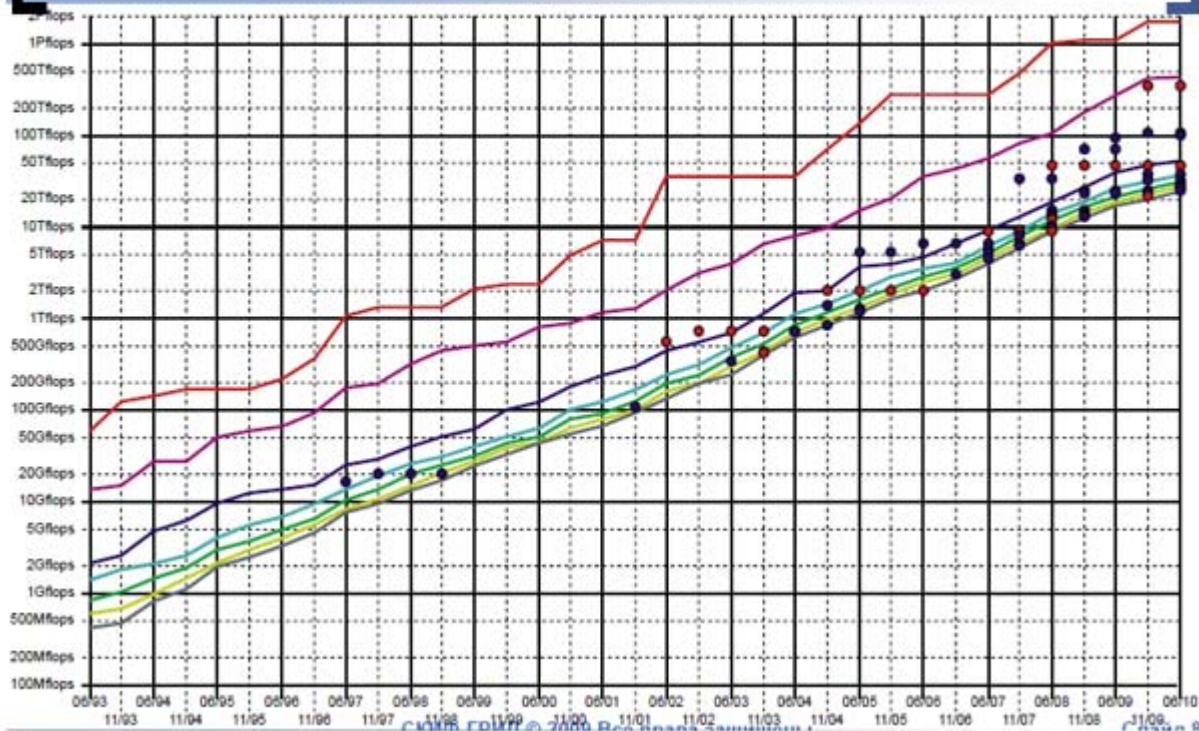
Симпозиум начался с ряда вступительных слов от именитых академиков и представителей администрации Новосибирской области, а затем последовали пленарные доклады. Однако мне хотелось бы представить их не в том порядке, в котором они были озвучены, а сгруппированными по тематическим направлениям. Хотя, в любом случае придётся начать с прозвучавшего первым доклада профессора Сергея Михайловича Абрамова, руководителя российской части проекта союзного государства России и Беларуси программ СКИФ и СКИФ-ГРИД по разработке суперкомпьютеров.



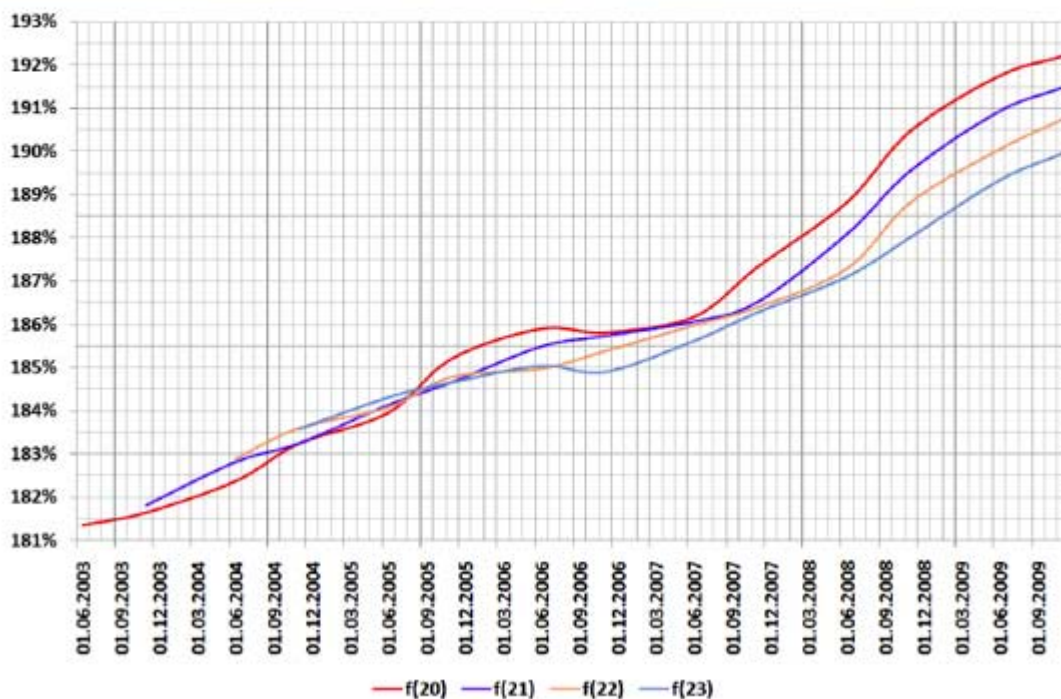
Презентация Сергея Михайловича особо ценна чёткими, без прикрас и "рюшечек", оценками нашей сегодняшней российской действительности в области развития и внедрения суперкомпьютерных технологий. Да, темпы развития НРС в России в последние годы взяты действительно впечатляющие, но таковыми они выглядят лишь до сравнения с динамикой развития технологий НРС ведущих зарубежных стран. К примеру, США только на протяжении 2005–2009 годов тратили на эти цели от двух до шести миллиардов долларов в год. Более того, в развитии вычислительных грид-систем США ставка была сделана на региональные центры. В результате, на июнь 2009 года системы Техаса и Нью-Мексико занимали в рейтинге Top500 8-е и 17-е место, соответственно, а вычислительные мощности каждого из этих региональных суперкомпьютерных центров были выше, чем у самой производительной системы в России.

Слайды, приведённые ниже, иллюстрируют развитие суперкомпьютерной отрасли в мире и в России за последние годы. Обратите внимание, для того, чтобы успешно конкурировать, сейчас уже недостаточно поступательного роста мощностей, сейчас идёт речь об **увеличении скорости роста ускорения!**

Развитие суперкомпьютерной отрасли в мире и в России



Увеличение скорости роста ускорения ☺



Следующий слайд во всей красе наглядно представляет нынешнее неутешительное положение дел с развитием суперкомпьютерной отрасли в России. Несмотря на успешное вхождение в ряд топовых мировых рейтингов и впечатляющий рост мощностей, говорить о выходе на единый с мировыми лидерами уровень развития пока рано. Впрочем, даже если перестать ориентироваться на зарубежные показатели, остаётся открытым такой вопрос, как внутрисоссийский спрос на высокопроизводительные вычисления, который, как отлично видно на слайде, весьма и весьма далёк от насыщения.

Иерархия киберинфраструктуры 2010.06

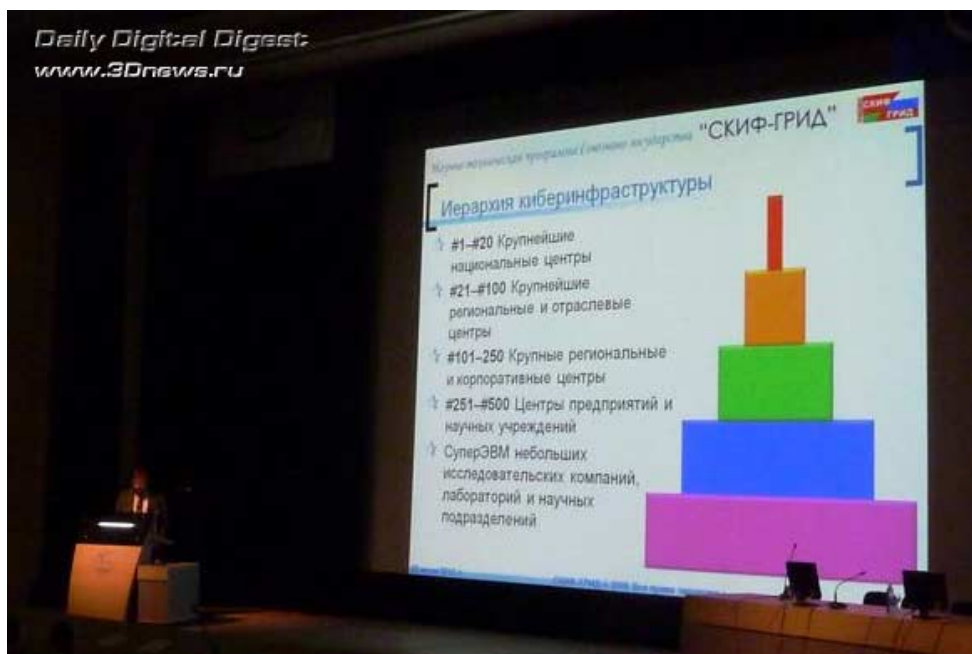
	США	Единая Европа	Китай	Россия	Потребности России
Топ 1–20	11 шт. 7,096 Tflops	4 шт. 1,612 Tflops	3 шт.. 2,041 Tflops	1 шт.. 350 Tflops	2–3 шт.
Топ 21–100	35 шт 3,207Tflops	26 шт. 2,626 Tflops	2 шт.. 283 Tflops	2 шт.. 209 Tflops	20–30 шт.
Топ 101–250	93 шт. 3,594 Tflops	32 шт. 1,372 Tflops	10 шт.. 395 Tflops	2 шт.. 85 Tflops	28-40 шт.
Топ 251–500	143 шт. 4,071Tflops	72 шт. 2,056 Tflops	9 шт.. 272 Tflops	6 шт.. 170 Tflops	50-75 шт.
Топ 1–500: ВСЕГО	277 шт 16,416 Tflops	134 шт. 7,667 Tflops	24 шт.. 2,993 Tflops	8 шт.. 646 Tflops	100–150 шт.

26–22 раз

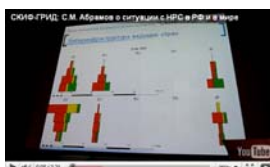
12–9 раз

3.7–2.2 раза

Для того, чтобы понять всю серьёзность нынешней ситуации с развитием отрасли в России, Сергей Михайлович привёл ряд интересных слайдов, отображающих динамику развития НРС в ведущих мировых странах за последние годы.

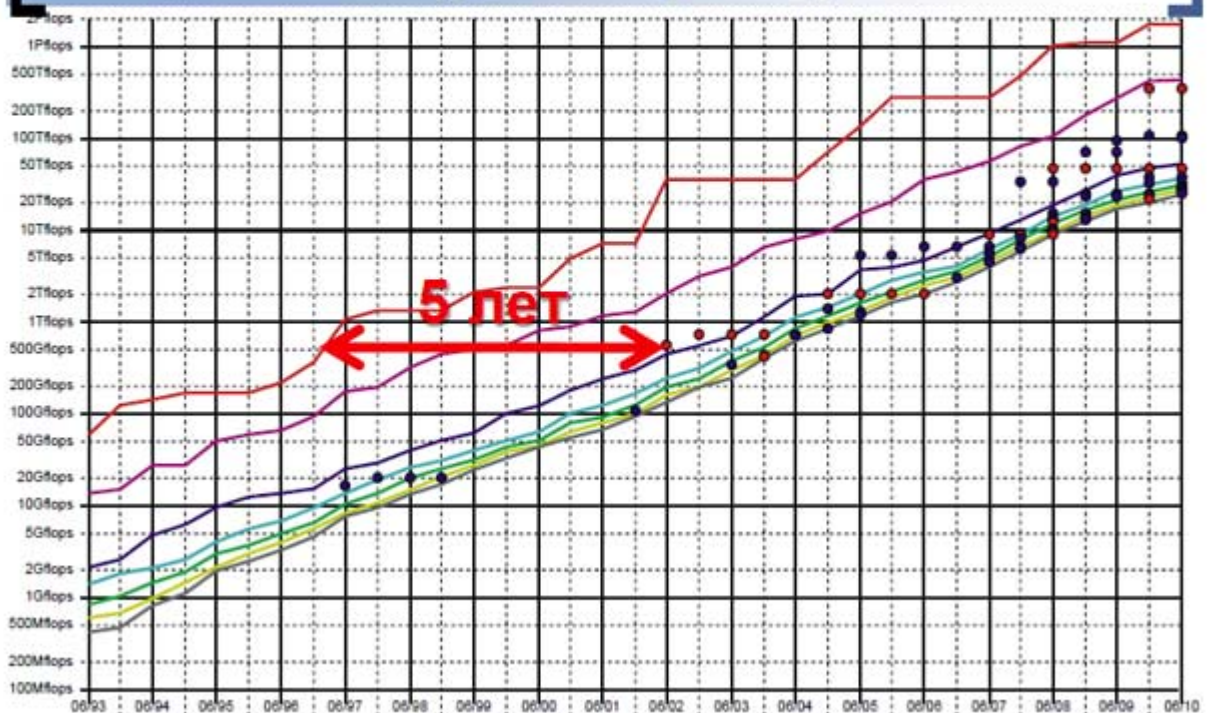


Для удобства восприятия предлагаю вашему вниманию этот фрагмент доклада в видеозаписи, непосредственно с комментариями С. М. Абрамова.

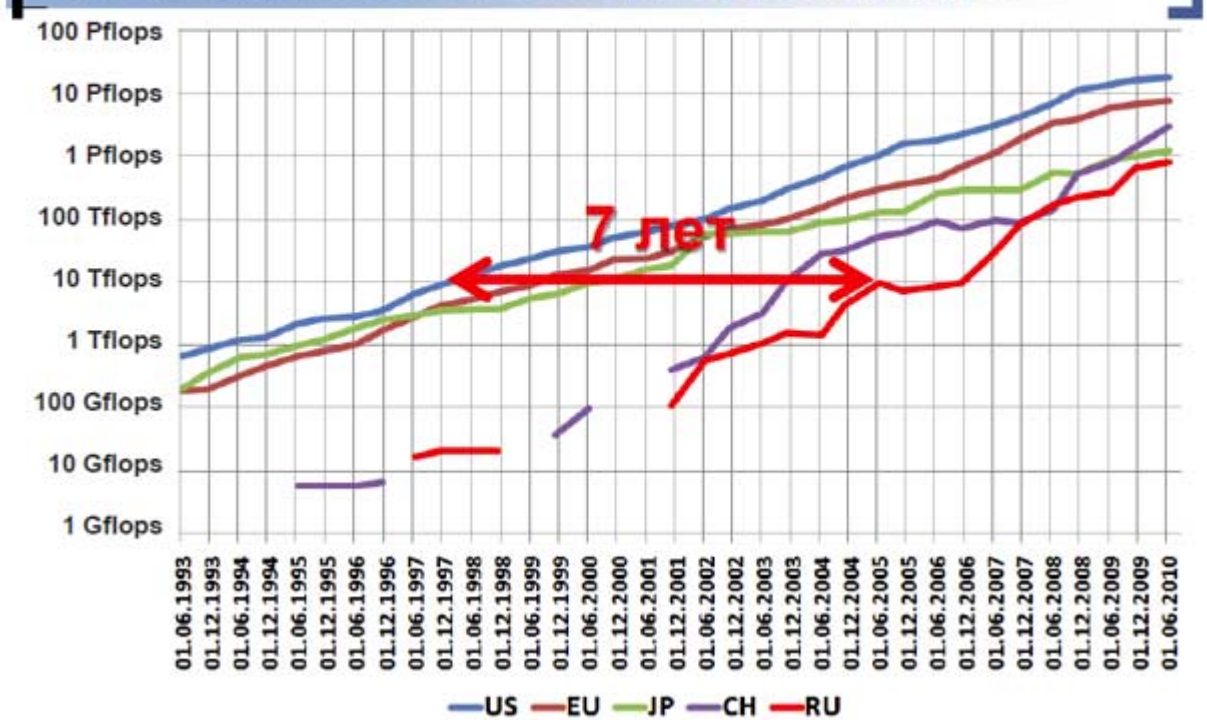


В итоге, в настоящее время мы имеем примерно 5-летнее отставание по выходу на лидирующие позиции в пиковых уровнях производительности и примерно 7-летнее отставание по показателям суммарной производительности российской вычислительной инфраструктуры.

Объективный размер бедствия. Отставание выхода на некий уровень производительности



Объективный размер бедствия. Суммарная производительность киберинфраструктуры



С одной стороны, все не так уж и плохо - как-никак, а 5-7 лет это уже не 20-25, которые наблюдались совсем недавно. С другой стороны, при таком отставании очень трудно добиться как лидирующих позиций в мире, так и удовлетворения внутрироссийского спроса на высокопроизводительные вычисления. А спрос этот, следует отметить, в обозримом будущем только усилится.

Научно-техническая программа Союзного государства "СКИФ-ГРИД" 

**Иерархия киберинфраструктуры;
Оценка потребности России**

	Кол-во	11.2010	06.2011	11.2011	06.2012	11.2012
Топ 1-20	2-3 шт.	5.3-0.3 Pflops	7.4-0.4 Pflops	10.2-0.5 Pflops	14.1-0.8 Pflops	19.6-1 Pflops
Топ 21-100	20-30 шт.	392-90 Tflops	544-125 Tflops	754-174 Tflops	1.0-0.2 Pflops	1.4-0.3 Pflops
Топ 101-250	28-40 шт.	124-53 Tflops	172-73 Tflops	239-101 Tflops	331-140 Tflops	458-194 Tflops
Топ 251-500	50-75 шт.	67-35 Tflops	93-48 Tflops	129-67 Tflops	179-92 Tflops	248-128 Tflops

Самое главное, на чём хотелось бы сделать акцент в этом плане – на том, что все возможности для ускоряющегося роста вычислительных мощностей России имеются. В настоящее время производственный суперкомпьютерный потенциал России складывается из следующих предприятий:

- Институт точной механики и вычислительной техники имени Лебедева АН СССР (ИТМиВТ)
- Научно-исследовательский центр электронной вычислительной техники (ОАО «НИЦЭВТ»)
- ФГУП НИИ «Квант»
- "РОСАТОМ", РФЯЦ: Всероссийский НИИ экспериментальной физики — Институт теоретической и математической физики (РФЯЦ ВНИИЭФ-ИТМФ, г. Саров и г. Снежинск)
- Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН (МСЦ РАН)
- Научно-исследовательский институт системных исследований РАН (НИИСИ РАН)
- Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем (НИИ МВС)
- Разработчики систем на базе архитектуры микропроцессора серии
- "Эльбрус" (ЗАО "Московский центр спарк технологий", "МЦСТ")
- Кооперация СКИФ-исполнителей, где головным исполнителем суперкомпьютерных программ "СКИФ" и "СКИФ-ГРИД" от России выступает Институт программных систем имени А. К. Айламазяна, кроме того, над проектами работает 25 организаций России и 10 организаций Беларуси.

Далее Сергей Михайлович рассказал об успехах своего детища - программ "СКИФ" и "СКИФ-ГРИД". В настоящее время речь идёт о внедрении наиболее современных решений "СКИФ" 4-го поколения, известных также под названием "СКИФ-Аврора", оснащенных уникальной водяной системой охлаждения. В наших новостях и статьях мы неоднократно упоминали решения на системах этого класса. Так, первое полущасси СКИФ-Аврора производительностью 1,5 Tflops было представлено ещё в июне 2009 года на гамбургском мероприятии ISC'09. А совсем недавно система СКИФ-Аврора с пиковой производительностью 24 Tflops на базе 256 blade-модулей с чипами Intel Xeon серии 5500, системой жидкостного охлаждения и рядом уникальных отечественных разработок, была установлена в Южно-Уральском государственном университете (ЮУрГУ).

Интересно отметить, что уже сейчас российскими и белорусскими специалистами разработан проект системы СКИФ П-0.5 на базе совершенно бесшумных монтажных шкафов (общим количеством 21 штука), обеспечивающий проектную вычислительную мощность порядка 500 Tflops!



В ряду преимуществ архитектуры "СКИФ-Аврора" можно отметить такие качества, как в 1,5 раза лучшая эффективность использования электроэнергии, в 2 раза выше плотность упаковки вычислительной мощности, в 1,5 раза выше пропускная способность системной сети, повышенная эффективность реализации массовых операций, повышенная надежность суперкомпьютера (нет подвижных частей, N+1 резервирование, тройное резервирование управления и мониторинга). Кроме того, не стоит забывать о том, что все эти системы производятся в России, и на них никоим образом не распространяется печально известная и до сих пор по какому-то недоразумению не отменённая поправка Джексона-Вейника (ограничение экспорта из США).

Иными словами, в настоящее время в России имеются все предпосылки, чтобы собственными силами реализовать на практике системы с "петафлопной" производительностью.



В заключение доклада вкратце были описаны основные проблемы, встающие на пути к следующей сияющей и пока недостижимой (надолго ли?) вершине - производительности уровня "эксафлопа". Прежде всего, специалистам придётся столкнуться с высокой плотностью компоновки вычислительных модулей при продолжающемся сокращении физической длины соединений. Наряду с вопросами дальнейшего снижения удельного потребления электроэнергии, придётся решать задачи эффективного отвода тепла. И, конечно же, классические вопросы - построение систем обмена данными между вычислительными узлами с низкой задержкой и высокой пропускной способностью, поддержка интеграции очень большой системы ($N \times 10^6$), мониторинг и управление такой системой, отказоустойчивость, использование неоднородных ядер и ускорителей, новые подходы к организации параллельного выполнения программ.

Ещё раз вернусь к "эмоциональной" оценке мероприятия, о которой зашла речь в начале репортажа - только ради одного этого доклада имело смысл ехать в эту командировку. Даже нелестная оценка нынешней ситуации не повлияла на бодрый и уверенный тон и направленность выступления Сергея Михайловича. Собственно говоря, доклад как раз и ценен отсутствием похвалы и громких слов - только факты, и только по делу. И ещё то, чего порой так не хватает многим - уверенность в будущем.

Впрочем, это был только первый доклад.

Что означают термины "эксафлоп", "эксафлопная производительность" применительно к сфере НРС? Это очень просто - производительность многих сегодняшних суперкомпьютерных систем находится на уровне порядка десятков и даже сотен TFLOPS (тера-FLOPS, приставка "тера-", напомним, означает 10 в 12-й степени). Таким образом, о преодолении порога следующей размерности - PFLOPS (пета-FLOPS, "пета" - 10 в 15-й степени), говорить особого смысла уже

нет, поскольку такой уровень вполне достижим даже современными программно-аппаратными средствами.

Другое дело - EFLOPS (экса-FLOPS, "экса" – 10 в 18-й степени). Столь высокая производительность потребует совершенно иных инструментов, совершенно новых платформенных решений. Возникает закономерный вопрос - какие задачи по силам современным "суб-петафлопным" суперкомпьютерам, и для чего, хотя бы теоретически, может понадобиться экзафлоп?

С ответа на этот вопрос началась презентация Виктора Владимировича Самофалова, директора академических и исследовательских программ в Нижегородском подразделении Intel. Прочитывая народную мудрость (авторства М.Р. Шура-Бура)

"Народу нужно что – решить задачу,

Хоть синтезом - хоть лаптем все равно"

Виктор Владимирович представил очень интересный слайд, наглядно объясняющий возможности "петафлопных" вычислений и то, что таким вычислениям, увы, "не по зубам".



Как видите, производительности порядка сотни TFLOPS уже вполне достаточно, чтобы рассчитывать совершенно немислимые ранее задачи, вроде полного моделирования поведения самолета, расшифровки генома или прогнозирования погоды. Однако представьте себе, что суперкомпьютер производительностью 1 EFLOPS сможет "всего-навсего" моделировать жизнедеятельность... одной единственной клетки организма! И даже невозможно сейчас представить, какие немислимые мощности потребуются для моделирования жизнедеятельности хотя бы простейшего живого организма.

Свой доклад Виктор Владимирович посвятил вопросам разработки новых вычислительных алгоритмов в свете современного изменения архитектуры суперкомпьютеров. И действительно, качественный алгоритм позволяет уменьшить время выполнения задач, максимально распараллелить задание, добиться максимального быстродействия всех ветвей. Именно поэтому хорошие инструменты разработки программ должны обеспечивать качественную локализацию –

по данным, по исполнению, по взаимодействию параллельных ветвей. При разработке реального приложения важны параллельные и последовательные алгоритмы, разумное использование типов параллелизма - по данным, функционального, по распределению работ, корректность и масштабируемость, синхронизация, баланс загрузки и многие другие факторы.

Intel® Software Tools for Parallelism

Architectural Analysis Visualization of parallel (threaded or MPI) application execution and communication behavior – give valuable insights for application architects and programmers

Introduce Parallelism Highly optimized OpenMP* and MPI library and run-time system for scalable solutions. MKL, threaded and distributed mathematical library

Confidence / Correctness Detecting actual and potential Threading and MPI programming and API issues - to address challenges unique to parallel programming

Optimize / Tune Valuable insights for performance and scalability tuning of threaded and MPI applications

Tools shown: Intel VTune Performance Analyzer, Intel Thread Profiler, Intel Trace Analyzer and Collector, Intel Fortran Compiler, Intel C++ Compiler, Intel Threading Building Blocks, Intel Math Kernel Library, Intel MPI Library, Intel Thread Checker, Intel Trace Analyzer and Collector.

Daily Digital Digest: www.3Dnews.ru

Copyright © 2010 Intel Corporation. All rights reserved.

Scaling Performance Forward
One Development Environment – Multi- to Many-Core

Insight Architectural Analysis

Performance Optimize/Tune

Implement Parallelism

Confidence Correctness

Tools shown: Intel Trace Analyzer and Collector, Intel Thread Profiler, Intel VTune Performance Analyzer, Intel Trace Analyzer and Collector, Intel Thread Profiler, Intel Thread Checker, Intel Fortran Compiler, Intel C++ Compiler, Intel Threading Building Blocks, Intel Math Kernel Library, Intel MPI Library.

Daily Digital Digest: www.3Dnews.ru

Simplify your Development

12

В настоящее время компания Intel предлагает широкий спектр инструментов, подходящих для решения этих задач. Однако на очереди – переход от мультиядерности к многоядерности, и уже сейчас самое время разрабатывать инструменты с прицелом на системы с производительностью уровня того самого грядущего "экзабайта". И здесь не обойтись без новых подходов, без применения новых координационных языков программирования высокого уровня, способных полностью использовать аппаратные возможности подобных систем.



Интересно отметить, что развивая свои инструменты, Intel не только поддерживает тесные контакты с сообществом разработчиков, но также стимулирует их работу проведением различных тренингов и конкурсов. Так, в настоящее время – со 2 апреля по 10 октября, принимаются заявки на конкурс проектов по применению высокопроизводительных вычислений под девизом "Невозможное стало возможным: реальные приложения для HPC". Конкурс ставит своей целью демонстрацию возможностей практического применения высокопроизводительных вычислений для нужд различных отраслей науки и промышленности и поощрение творческих коллективов, работающих над проектами в области HPC. В этом году призовой фонд составляет 950 тысяч рублей (6 денежных призов) и 1,5 млн процессоро-часов работы на суперкомпьютерах. Заявку можно подать на сайте <http://www.intel.ru/hpc>. Отметим, что конкурс проводится у

Продолжая тему программно-аппаратных технологий для высокопроизводительных вычислений, необходимо остановиться на блестящем и очень интересном докладе Андрея Сёмина, менеджера компании Intel по технологиям HPC в регионе EMEA.

В его докладе, например, была озвучена такая интересная статистика - на июнь 2010 года 408 систем из мирового списка Top 500 работали на процессорах Intel, в том числе шесть из семи самых производительных систем планеты. При этом семь из них основаны на процессорах Intel Xeon 5600, две - на чипах Intel Xeon 7500, и 184 системы - на чипах Intel Xeon 5500.

Performance efficiency also counts...

Summary of systems with high speed interconnect

Average Top 500 system Linpack efficiency	
Pure Nehalem architecture based (IB)	88%
Systems with GPGPUs (IB)	42%
All other systems (no GbE)	78%

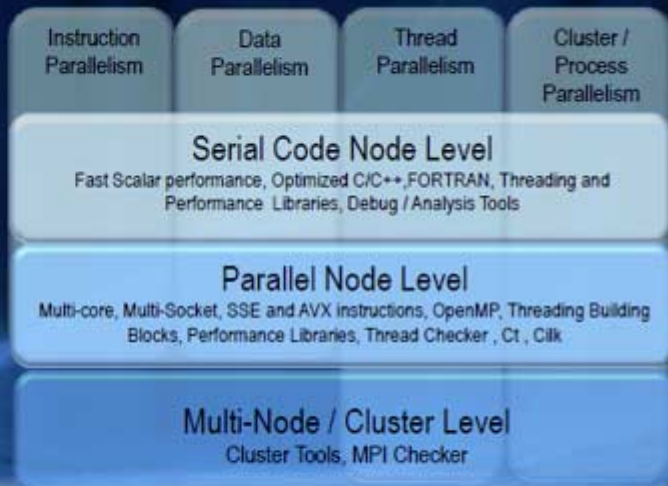
Which would you rather have?



All data sources from Top 500.org

Отметив преимущества новой архитектуры Intel Nehalem, в частности, плюсы новой скоростной шины, Андрей подробно остановился на архитектуре следующего поколения серверных процессоров Intel Xeon, известной ныне под рабочим названием Sandy Bridge.

IA Programming Flexibility

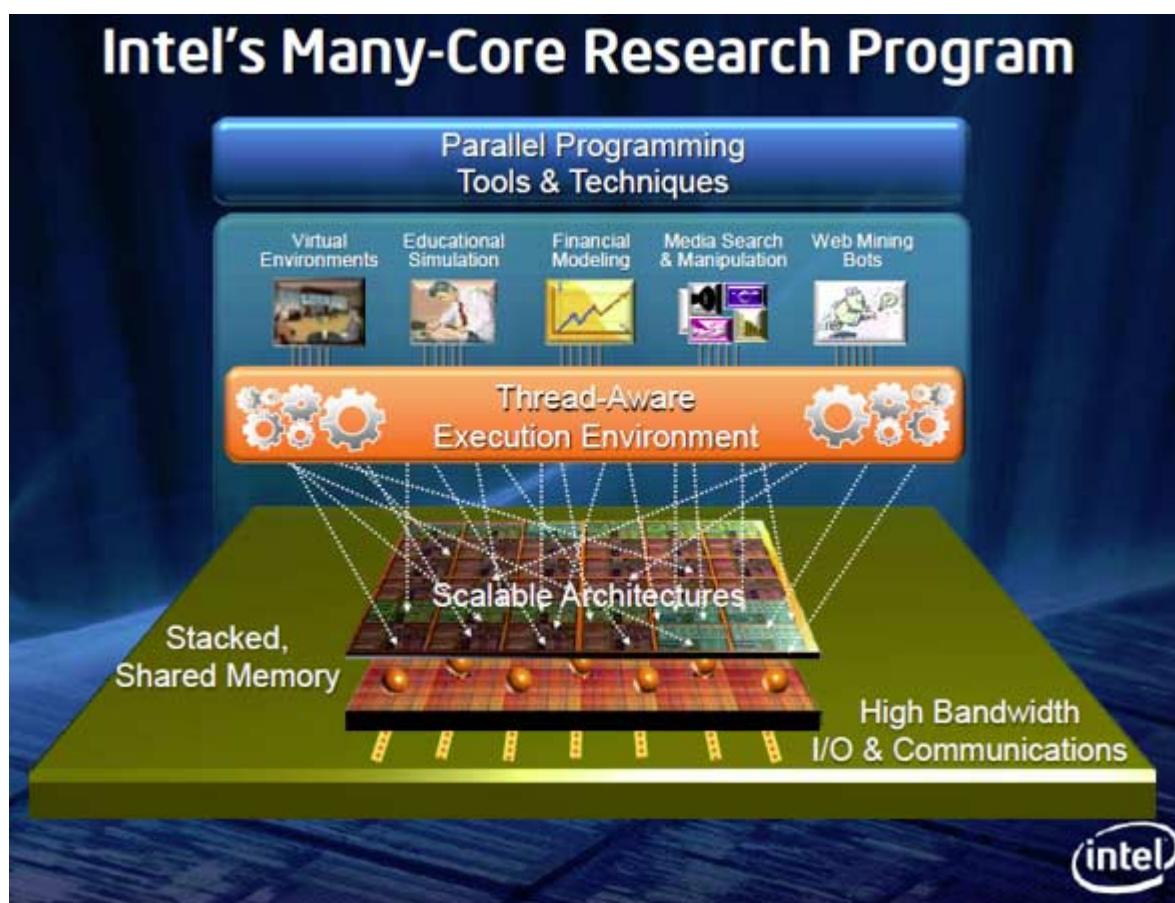


Programming choices and standards for range of parallel efficiency

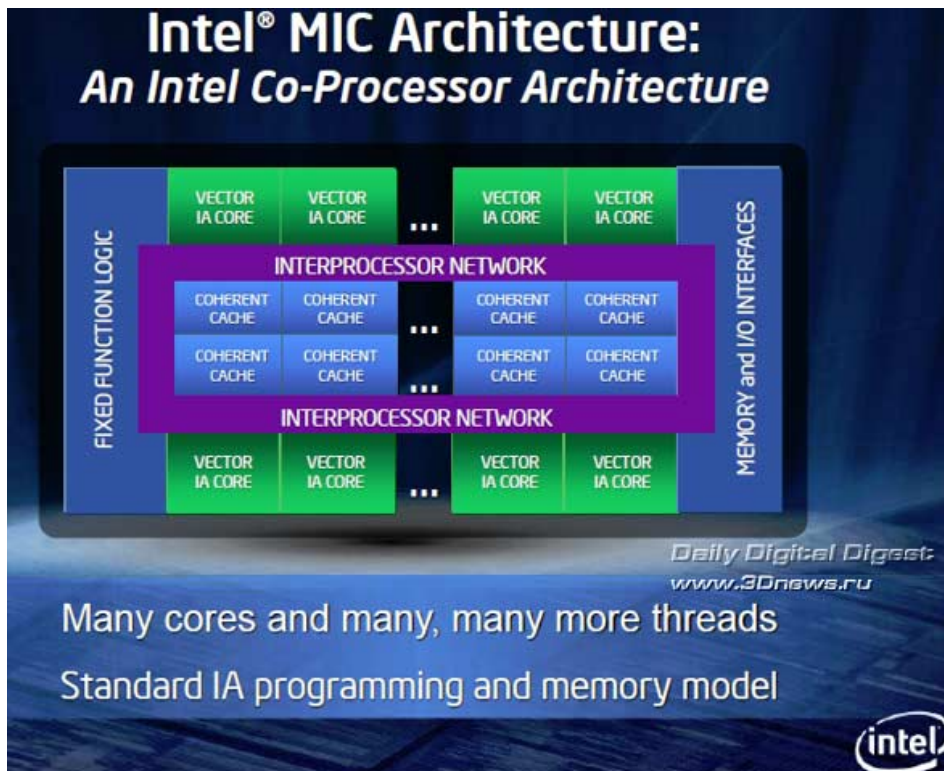


Особенности новой архитектуры – увеличение производительности за счёт большего количества ядер, поддержка технологии Hyper-threading Technology, обработка большого количества инструкций за такт и поддержка инструкций AVX, будут особенно востребованы в грядущую эпоху "петафлопных вычислений", особенно при обработке нерегулярных и неструктурированных массивов данных. И здесь Intel планирует использовать преимущества новой процессорной микроархитектуры вместе с полным комплексом собственных программных инструментов разработки для гетерогенных систем, таких как Intel Parallel Studio, HPC Tools и Cluster Tools, сочетающих использование стандартной модели программирования с расширенной поддержкой параллелизма.

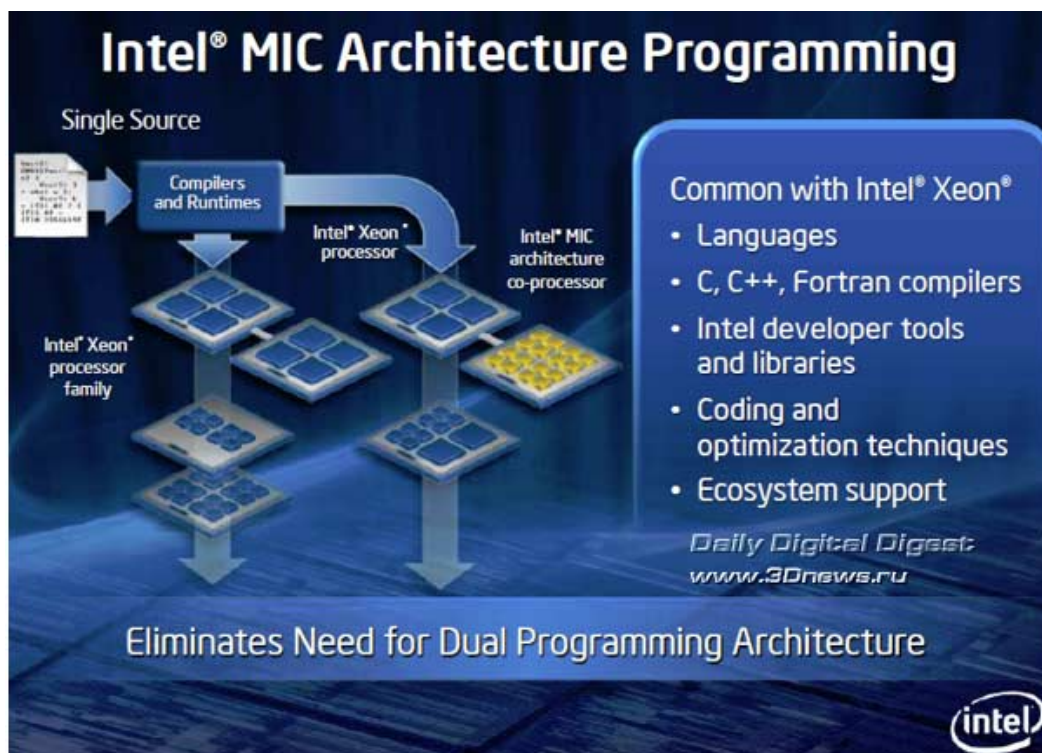
Коснувшись всемирной программы Intel по обучению специалистов в области HPC (порядка 2000 университетов в 88 странах, более 4000 преподавателей, около 320 тысяч подготовленных специалистов), Андрей переключился на тему, ставшую лейтмотивом всего симпозиума – как вы уже догадались, речь идет о "петафлопном" и "эксафлопном" будущем.



В Intel полагают, что будущее высокопроизводительных вычислений - за много-ядерной (Many Core) архитектурой. В отличие от традиционного пути развития процессорной мульти-ядерной (Multi Core) архитектуры с эволюционным наращиванием количества ядер, технология Many Core строится на принципах использования десятков вычислительных ядер с заведомо разной архитектурой и соответствующей специализацией.



Предтечами технологии, анонсированной совсем недавно под названием **Intel Many Integrated Core Architecture (MIC)**, можно назвать представленный ещё в 2007 году проект **Tera-scale Research Processor**, на котором обкатывались технологии распараллеливания вычислений на масштаб десятков процессорных ядер, а также хорошо известную всем многоядерную x86 микроархитектуру – **Larrabee**, с поддержкой векторных операций и ускорением визуальных вычислений с помощью множества небольших процессорных ядер общего назначения.



Первенцем на основе новой архитектуры Intel Many Integrated Core стала опытная платформа **Knights Ferry** - 32 ядра, частота 1,2 ГГц, 128 потоков (по 4 потока на ядро), 8 Мб распределённой связанной кеш-памяти, 1-2 Гб памяти GDDR5. Впервые представленная в конце мая 2010 на

мероприятии International Supercomputing Conference (ISC2010), платформа Knights Ferry предназначена, главным образом, для разработки и оптимизации ПО.



Следующим этапом в развитии семейства многоядерных со-процессоров Knights станет серийный продукт **Knights Corner**, имеющий более чем 50 ядер с архитектурой x86 и выполненный по техпроцессу 22-нм.

