

## Андрей Гарбарук - о трендах развития суперкомпьютерной отрасли



Международная конференция «Суперкомпьютерные дни в России» (Russian Supercomputing Days), которая прошла в конце сентября в Москве и собрала более 500 участников, дала уникальную возможность пообщаться тем, кто связан с разработкой или использованием суперкомпьютерных технологий, технологий высокопроизводительной и распределенной обработки, систем хранения данных, сетевыми технологиями, технологий работы с большими данными. Программу составили очень плотную: за два дня участники конференции представили 170 докладов. При этом задача выступающих заключалась не только в том, чтобы осветить тот или иной аспект актуальной темы суперкомпьютерного мира и ответить на несколько вопросов, но и в том, чтобы «зажечь» аудиторию – вовлечь в дискуссию, инициировать обсуждение темы. Одним из тех, кому это удалось в полной мере, стал сотрудник Лаборатории гидроаэроакустики и турбулентности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Его доклад был признан лучшим докладом конференции, а сам Андрей Викторович ГАРБАРУК, представивший работу «Опыт прямого численного моделирования турбулентности на суперкомпьютерах», награжден почетным дипломом.

Организаторам (а это Суперкомпьютерный консорциум университетов России и Федеральное агентство научных организаций России при поддержке и активном участии ведущих IT-компаний – Т-Платформы, РСК, Intel, NVIDIA, Mellanox, Dell, Hewlett Packard

Enterprise, НИЦЭВТ, и др.) удалось все сделать так, чтобы мероприятия конференции оказались интересны всем, кто неравнодушен к суперкомпьютерным технологиям. Чтобы каждый участник – независимо, трудится ли он в госструктурах, занят ли фундаментальными или прикладными исследованиями, работает ли в промышленности или в сфере ВПК, а может, пока только учится в вузе или даже школе – словом, каждый смог бы найти то, что ему интересно.

Тематика конференции охватила очень широкий спектр технологий: разработку аппаратного и программного обеспечения, решение больших задач, использование суперкомпьютерных технологий в промышленности, проблемы эксафлопсных вычислений, суперкомпьютерное образование, и многие-многие другие. Два дня работы вобрали в себя и пленарные выступления приглашенных докладчиков, и семь параллельных секций, и конференцию молодых ученых, и специализированную выставку, а также семинары, тренинги и др. Основу научной программы составили доклады, которые прошли строгий отбор программным комитетом и группой независимых экспертов. Часть докладов была представлена в формате постеров на стендовой секции. Так, например, еще два доклада сотрудников Политеха, в частности – начальника отдела вычислительных систем СКЦ «Политехнический» А.В. Швецова и заместителя начальника Управления СКЦ Е.П. Петухова (тема: «Исследование производительности пакета молекулярной динамики GROMACS на различных архитектурах») и ассистента кафедры «Информационные и управляющие системы» ИКНТ СПбПУ А.В. Левченко и Е.П. Петухова (тема: «Расширенная модель прогнозирования производительности теста HPCG для архитектур ссNUMA») были представлены на стендовой сессии конференции. Надо отметить, что в целом программа конференции значительное внимание уделила именно молодым ученым, для представления и обсуждения работ которых организовали две специализированные секции.



Важным событием первого дня конференции стало и то, что была объявлена 25-я редакция списка Top-50 самых мощных компьютеров СНГ. Тройка лидеров осталась прежней: под номером 1 в списке значится суперкомпьютер «Ломоносов-2» производства компании «Т-Платформы», установленный в МГУ им. М.В. Ломоносова, чья производительность на тесте Linpack увеличилась с 1849 TFlop/s до 2102 TFlop/s. На втором месте по-прежнему суперкомпьютер «Ломоносов» производства компании «Т-Платформы», также установленный в МГУ, чья производительность на тесте Linpack составляет 901.9 TFlop/s. И на третьем месте списка – Суперкомпьютер «Политехник РСК Торнадо» производства Группы компаний РСК, установленный в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого, чья производительность на тесте Linpack составляет 658.1 TFlop/s.



Как мы уже отметили, на Russian Supercomputing Days А.В. ГАРБАРУК рассказал об опыте прямого численного моделирования турбулентности на суперкомпьютерах. Вместе со своими коллегами – сотрудниками Лаборатории гидроаэроакустики и турбулентности СПбПУ К.В. Беляевым, М.Х. Стрельцом, М.Л. Шуром, а также доктором Ф.Р. Спалартом из компании Boeing, Андрей Викторович провел исследования. Уникальные результаты, которые были получены на базе СКЦ «Политехнический», он и представил в своем докладе. А в интервью подробно рассказал о том, как шла работа над данным проектом.

**- Андрей Викторович, чему посвящено ваше исследование?**

- Турбулентность – исключительно сложное многомасштабное физическое явление, а турбулентные течения являются самой распространенной формой движения газов и жидкостей. Наиболее строгим методом расчета турбулентных течений является так называемый «метод прямого численного моделирования». Однако его применение требует огромных вычислительных ресурсов, что, к сожалению, пока не позволяет использовать его для решения прикладных задач, поскольку существующие суперкомпьютеры не обладают достаточной для этих целей производительностью. Более того, даже по самым оптимистичным оценкам это станет возможным только к концу нынешнего века.



Тем не менее уже сегодня с помощью метода прямого численного моделирования могут проводиться расчеты некоторых течений, представляющих не только большой теоретический, но и непосредственный практический интерес. К ним, в частности, относятся некоторые трансзвуковые течения, сопровождаемые формированием в потоке ударной волны и ее взаимодействием с турбулентным пограничным слоем на поверхности обтекаемого тела. Типичным примером таких течений является обтекание крыльев пассажирских авиалайнеров на крейсерском режиме полета.

В своих исследованиях, результаты которых представлены в докладе, мы преследовали несколько целей. Во-первых, мы хотели убедиться в принципиальной возможности расчета данного класса течений с помощью метода прямого численного моделирования, выявить возникающие при этом «подводные камни» и оценить необходимые для этого ресурсы суперкомпьютеров с различной архитектурой. Во-вторых, с учетом того, что проведение «чистых», то есть свободных от влияний побочных факторов, экспериментальных исследований таких течений практически невозможно, результаты их прямого численного моделирования служат независимым подтверждением достоверности и точности физического эксперимента. Наконец, прямое численное моделирование позволяет получить несопоставимо более полную информацию о рассматриваемом явлении, чем физический эксперимент, в связи с чем результаты выполненных расчетов значительно дополняют имеющуюся экспериментальную базу данных.

**- Позволяет ли наш суперкомпьютер полностью выполнять расчеты, необходимые**

## для ваших научных исследований?

- В принципе, да. Однако даже для решения рассматриваемой модельной задачи на нашем суперкомпьютере требуется более двух месяцев. В идеале следовало бы произвести полный расчет обтекания пассажирского авиалайнера, на что потребовалось бы несоизмеримо большее время, и это, как я уже говорил, невозможно сделать ни на одном из существующих компьютеров.



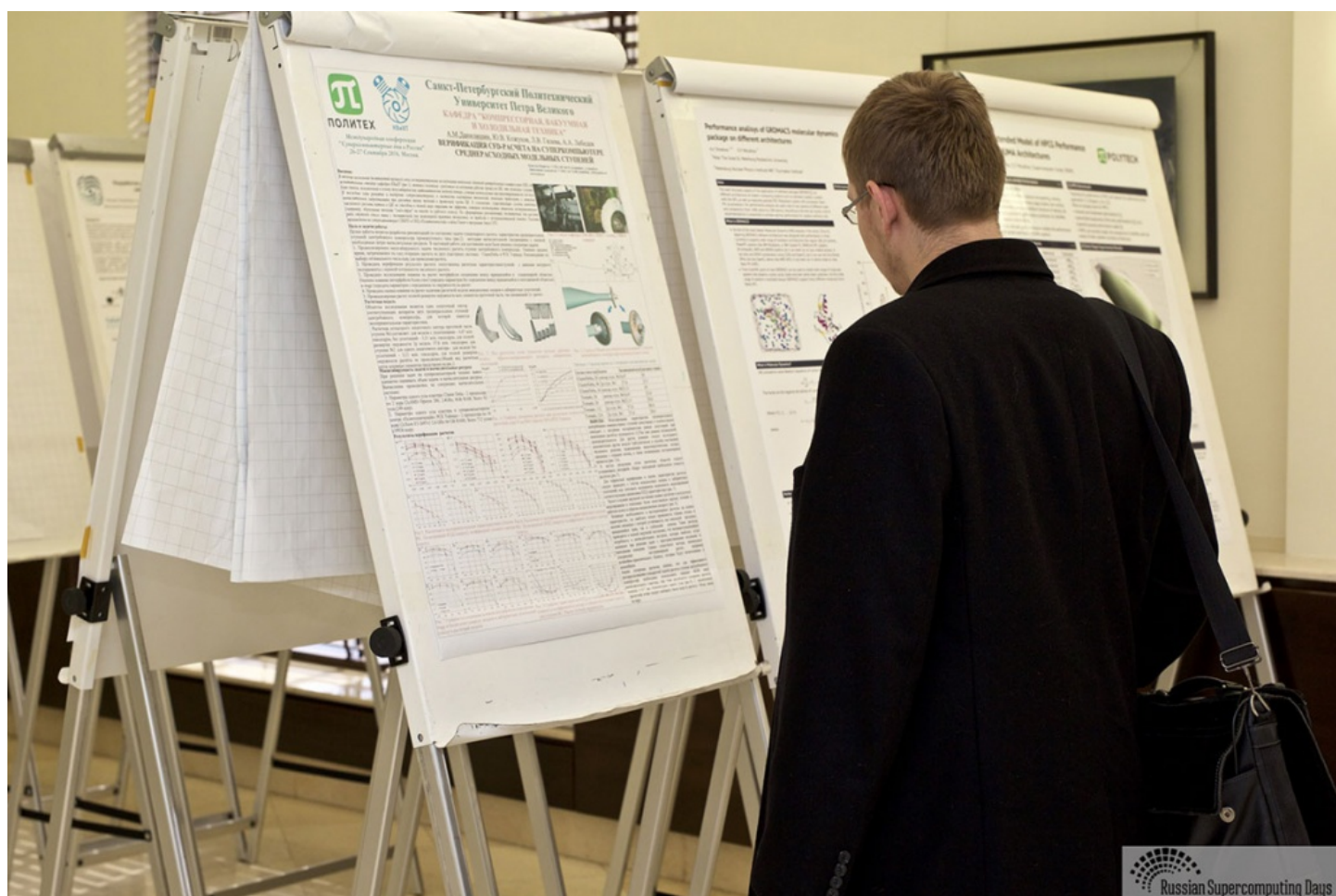
## - А в чем преимущества вашего подхода к решению данной задачи?

- Для проведения расчетов на современных суперкомпьютерах необходимо распараллелить вычисления, то есть разбить решаемую расчетную задачу на огромное число синхронно выполняющихся вычислительных процессов. Если хотя бы один из них осуществляется медленнее других, то время решения всей задачи определяется именно временем, затрачиваемым на этот медленный процесс. Поэтому для эффективного использования ресурсов суперкомпьютеров необходимо равномерно распределять вычисления на все задействованные вычислительные элементы компьютера. Основное преимущество, скажем так - ноу-хау нашего подхода, заключается в том, что за счет комбинированного применения известных технологий параллелизации нам удалось добиться практически равномерного распределения вычислений на очень большое число процессов. Например, при проведении представленных в докладе расчетов было задействовано более полумиллиона процессов, при этом эффективность использования ресурсов составляла более 50%, что является очень высоким показателем. Могу похвастаться, что в мире не

много групп, способных столь эффективно решать такие большие задачи.

**- Ваши исследования являются в большей степени поисковым проектом и рассчитаны на будущее, или их результаты уже сегодня можно использовать для практических целей?**

- Исследования, представленные в докладе, являются типичным примером фундаментальных работ, что, однако, не исключает их важного практического значения, о чем я уже упоминал в ответе на вопрос о целях данного исследования. Например, полученные нами результаты помогут создать приближенные методы для оперативной оценки условий полета, при которых возникает так называемый «трансзвуковой бафтинг крыла», который представляет собой серьезную угрозу для безопасности полетов, поскольку может приводить даже к разрушению авиалайнеров.



Руководство крупных суперкомпьютерных центров прекрасно понимает важность фундаментальных исследований и на безвозмездной грантовой основе выделяет для этих целей значительную часть своих ресурсов. Именно таким образом мы в свое время получили доступ к ресурсам Аргонской национальной лаборатории (США). Однако следует иметь в виду, что для получения гранта необходимо не только доказать научную состоятельность проводимого исследования, но и продемонстрировать эффективность расчетного кода, с помощью которого оно будет выполняться.

Руководство же нашего университета и СКЦ «Политехнический» также активно

поддерживает идею необходимости выделения части вычислительных ресурсов на проведение фундаментальных исследований. Об этом, в частности, свидетельствует выделение ресурсов для данного проекта, а тот факт, что результаты работы над ним получили столь высокую оценку международного сообщества специалистов по суперкомпьютерным вычислениям, безусловно, поспособствует повышению научной репутации Политеха и повышению его конкурентоспособности в сфере суперкомпьютерных технологий и компьютерного инжиниринга.

**- Насколько сегодня востребованы на отечественном и международном рынке результаты ваших исследований?**

- Результаты наших исследований широко известны во всем мире и являются весьма востребованными. Об этом свидетельствуют высокие индексы цитирования научных публикаций сотрудников нашей лаборатории и достаточно большое число заказов со стороны отечественной промышленности и зарубежных компаний.

**- Зачем университеты стремятся к созданию собственных суперкомпьютерных центров - ведь это же очень дорогое удовольствие? Не проще ли участвовать в грантах и использовать чужие ресурсы?**

- Одно не исключает другого. Компьютерный инжиниринг развивается стремительными темпами, и уже сейчас наблюдается значительный дефицит вычислительных ресурсов, который в дальнейшем будет только увеличиваться. В этой ситуации, как я уже говорил, наличие у университета собственного суперкомпьютера значительно расширяет его возможности и повышает конкурентоспособность. Кроме того, для промышленных предприятий весьма важной проблемой является сохранение конфиденциальности результатов исследований, которую далеко не всегда можно обеспечить при проведении расчетов с использованием внешних ресурсов. Наконец, наличие собственного СКЦ позволяет «пользователю» работать в живом, а не виртуальном контакте с высококвалифицированными сотрудниками, сопровождающими тот или иной проект. В этой связи я хотел бы воспользоваться случаем и поблагодарить заместителей начальника управления СКЦ Владислава Степановича Синеполу и Евгения Павловича Петухова за предоставление ресурсов и оперативное решение возникающих в процессе работы проблем.





**- Чем Суперкомпьютер «Политехнический» отличается от других?**

- Прежде всего, он отличается своей многофункциональностью, в его состав входят вычислительные системы, предназначенные для решения различных типов задач, а также высоким быстродействием используемых в этих системах вычислительных узлов. Так, например, наши исследования показали, что производительность 1 узла кластера «Торнадо», являющегося одной из составляющих нашего СКЦ, примерно в 10 раз выше производительности 1 узла суперкомпьютера Mira Аргонской национальной лаборатории.

**- А как, по-вашему, развивается сегодня в Политехе направление суперкомпьютерного образования?**

- Суперкомпьютерное образование осуществляется в Политехе уже на протяжении многих лет. Ведущую роль в этом занимают Институт компьютерных наук и технологий (ИКНТ), Институт прикладной математики и механики (ИПММ), а также Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций (ИФНиТ). Однако чисто теоретическое обучение без доступа к реальным суперкомпьютерам, на которых можно было бы вживую проверить полученные теоретические знания и получить навыки реальной практической работы на них, является во многом «ущербным». Поэтому можно смело говорить о том, что введение в эксплуатацию СКЦ придаст суперкомпьютерному образованию в Политехе новый дополнительный импульс и значительно повысит его качество.

**- Андрей Викторович, спасибо за интервью. Дальнейшего развития и новых научных**

**открытий - вам и всем сотрудникам вашей лаборатории!**

Материал подготовлен Медиа-центром СПбПУ

Photo by nadir.ru