

МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ТОМСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА

А.В. Старченко

Сегодня в мире суперкомпьютеры создаются для решения сверхсложных в вычислительном плане задач. В эту категорию попадают фундаментальные научные или прикладные инженерные задачи с широкой областью применения, для решения которых недостаточно ресурсов обычных персональных компьютеров (объема оперативной памяти или скорости обработки данных).

Современные суперкомпьютеры – это компьютеры, которые выполняют несколько триллионов операций в секунду. Такие компьютеры в тысячу раз производительнее, чем любой персональный компьютер. На сегодняшний день суперкомпьютеры рассматриваются как некий революционный инструмент, который должен стимулировать прогрессивные преобразования как в IT-индустрии, так и в машиностроении. Это связано с тем, что с использованием суперкомпьютеров появилась возможность решать те задачи, которые раньше даже не могли ставиться. Применение суперкомпьютеров позволяет сократить сроки и стоимость НИОКР, дополняя традиционные экспериментальные методы исследования результатами численного анализа с помощью ЭВМ. Суперкомпьютеры становятся важным «прикладным инструментом» для развития многих отраслей промышленности.

Сферы применения суперкомпьютеров разнообразны: создание новых лекарств, мониторинг климатических изменений, инженерные расчеты, оптимизация транспортных потоков, прогнозирование в финансовых и экономических областях, управление телекоммуникационным трафиком – везде использование суперкомпьютера повышает точность и эффективность работ.

Экономическое лидерство развитых стран во многом обусловлено использованием суперкомпьютеров в науке, промышленности и производстве, а также применением суперкомпьютеров в стратегически важных областях развития России. Отсутствие необходимых вычислительных мощностей приводит к отставанию ключевых отраслей народного хозяйства и зависимости экономики от западных стран и производителей.

Суперкомпьютеры – мощный инструмент математического образования в целом и стимулирования интереса к параллельным вычислениям в частности. Расширение образования в области высокопроизводительных вычислений способствует проникновению параллельных вычислений в новые области науки и техники.

Важную роль в освоении научно-образовательным комплексом России высокопроизводительных вычислительных ресурсов должны играть и играют создаваемые при университетах суперкомпьютерные центры коллективного пользования.

В 2006 году в ТГУ на базе лаборатории высокопроизводительных вычислений был организован Межрегиональный центр коллективного пользования высокопроизводительными вычислительными ресурсами. Целью его создания является: формирование и развитие высокопроизводительных вычислительных ресурсов ТГУ для создания единой информационной базы, направленной на решение задач в области научных и прикладных исследований. ЦКП решает следующие задачи:

- развитие новых форм и технологий образовательных программ различного уровня в области высокопроизводительных вычислений и компьютерной безопасности в многопроцессорных системах и их учебно-методическое обеспечение;
- содействие реализации образовательных программ и совместной научно-исследовательской деятельности с применением технологий дистанционного обучения в рамках Ассоциации “Сибирский открытый университет”.

16 февраля 2007 года в рамках ИОП ТГУ был запущен суперкомпьютер СКИФ Cyberia с производительностью 12 триллионов операций в секунду, создан Межрегиональный суперкомпьютерный центр ТГУ, приобретено специализированное программное обеспечение для проведения научно-технических разработок: ANSYS, LS-DYNA, FLUENT, FLOW VISION. В настоящее время этот суперкомпьютер также как и суперкомпьютеры МГУ, ННГУ, ЮУрГУ, ВГУ является сайтом «Б» программы «СКИФ-Полигон».

Для решения научно-технических задач был создан ЦКП «Центр проектирования технологических разработок и изделий», целью которого является организация и осуществление научно-исследовательской и инновационной деятельности на основе использования современных программных продуктов CAD/CAE – систем и собственных разработок, позволяющих за счет замены экспериментальной отработки модельными (виртуальными) аналогами, снизить затраты и существенно уменьшить сроки проектирования сложных высокотехнологических устройств.

Этими центрами на вычислительном кластере решены следующие задачи:

- моделирование и расчет шахтного вентилятора (для Томского электромеханического завода);

- исследование напряженно-деформируемого состояния рефлектора антенны при воздействии ветровой нагрузки (для ООО НПФ «Микран»);
- поиск новых лекарственных препаратов (совместно с Сибирским государственным медицинским университетом);
- моделирование аэродинамики и переноса примеси в уличных каньонах (совместно с Датским метеорологическим институтом);
- расчеты деформации и разрушения наноструктурных керамических и композиционных материалов (Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск);
- моделирование обрушения кровли в выработке шахты (Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск);
- моделирование образования вторичных загрязнителей в атмосфере города.

Разработана информационно-вычислительная система для коллективного исследования проблем атмосферного пограничного слоя с использованием вычислительного кластера (совместно с Институтом оптики атмосферы СО РАН, г. Томск).

ЦКПВВР ТГУ на базе механико-математического факультета ТГУ разработал краткосрочные программы повышения квалификации для специалистов естественнонаучного и физико-математического профиля (соискатели, докторанты, научные сотрудники учебных и научных учреждений, преподаватели). Объем каждой программы - 72 часа:

- «Многопроцессорные вычислительные системы»;
- «Высокопроизводительные вычисления на кластерах».

По этим программам к настоящему моменту переподготовлено более 100 человек из вузов и институтов Томска, Таганрога, Екатеринбурга, Кемерово, Красноярска, Новосибирска, Северска, Ангарска, Волгограда, Калининграда.

Программа повышения квалификации «Высокопроизводительные вычисления на кластерах» реализуется в рамках приказа Рособразования. Цель программы:

- - дать представление о принципах параллельных вычислений, современных методах решения многомерных задач с использованием суперЭВМ;
- - дать начальные навыки практической работы на кластере.

Также силами ЦКП ВВР ТГУ проводится подготовка бакалавров, специалистов и магистров по высокопроизводительным вычислениям. Разработан учебно-методический комплекс «Параллельные компьютерные технологии». Комплекс содержит учебный план специализации, распределение курсов по семестрам, рабочие программы дисциплин специализации со списком рекомендуемой литературы, перечень лабораторных работ, задач для индивидуальных заданий и контрольных вопросов для оценки знаний. Объем подготовки - 740 часов. Учебно-методический комплекс «Параллельные компьютерные технологии» включает обучение по следующим дисциплинам: «Теория разностных схем», «Математическое моделирование на графах», «Технологии параллельного программирования», «Методы сплайн-функций», «Матричные вычисления на суперкомпьютерах», «Вычислительные методы в задачах экологии», «Современные методы анализа и визуализации данных», «Методы параллельных вычислений», «Компьютерные сети и системы», «Методы решения некорректных задач», «Современные методы решения больших задач на многопроцессорных вычислительных системах».

Для обучения студентов разработаны:

- электронные образовательные ресурсы для дистанционного обучения параллельным компьютерным технологиям;
- электронный образовательный ресурс «Пакет прикладных программ Fluent для решения задач механики жидкости и газа и тепло-массопереноса»;
- электронные образовательные ресурсы для коллективного исследования физики атмосферы и загрязнения атмосферного воздуха с использованием вычислительного кластера;
- электронные образовательные ресурсы «Параллельные вычисления для школьников»;
- компьютерные тренажеры на базе кластера для принятия решений при чрезвычайной ситуации, связанной с аварийным выбросом в атмосферу.

Проведены пять Сибирских школ-семинаров и конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям (2001, 2003, 2005, 2007, 2009 гг.). Приняли участие более 400 студентов, преподавателей вузов и научных сотрудников академических институтов России, ближнего и дальнего зарубежья. Опубликованы материалы. Разработан сайт школы-семинара (<http://ssspc.math.tsu.ru>).

Разработанная образовательная программа может быть использована при изучении суперкомпьютерных технологий и методов параллельных вычислений в вузах России как напрямую, так и на основе системы дистанционного обучения в ТГУ на вычислительном кластере СКИФ Cyberia.