

## **К СОЗДАНИЮ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО ЦЕНТРА «ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ»**

**Болдырев Ю.Я., Заборовский В.С., Петухов Е.П., Лукьянов А.С., Смирнов С.К.**

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

На данный момент Санкт-Петербург значительно уступает в Москве в доступных суперкомпьютерных вычислительных мощностях. В городе имеется ряд относительно крупных систем, но они, как правило, спроектированы для удовлетворения потребностей одной организации. Причем подобных организаций весьма немного, это - СПбГУ, ФГУП ЦНИИ им. А.Н.Крылова и ряд других. При этом, расширению количества суперкомпьютерных систем препятствует как высокая стоимость самих суперкомпьютеров, так и прикладного программного обеспечения для них. Безусловно, такая ситуация не отвечает требованиям времени и препятствует, как технологическому развитию научно-технической и производственной среды города, так и своевременному внедрению суперкомпьютерных технологий в образование и в развитие на передовом уровне фундаментальных исследований. Недостаточный уровень оснащенности вузов суперкомпьютерными ресурсами не дает возможности готовить специалистов, владеющих передовыми технологиями математического эксперимента, что, в свою очередь, отрицательным образом сказывается на развитии широкого внедрения новых технологий в экономику региона.

Все эти обстоятельства привели Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (СПбГПУ) к инициативе по подготовке проекта создания Суперкомпьютерного центра (СКЦ) «Политехнический» на базе вуза. При этом, при подготовке проекта одним из важных обстоятельств было создание центра, который будет функционировать в режиме коллективного пользования. Высокий авторитет вуза и его значимая роль во внедрении суперкомпьютерных технологий в науку, образование и промышленность в России, способствовали тому, что инициатива СПбГПУ была поддержана правительством страны. Итогом этой поддержки в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России» на 2014-2020 годы в 2014-2015 гг. появилась позиция предусматривающая реализацию проекта «Техническое перевооружение Санкт-Петербургского государственного политехнического университета на основе создания суперкомпьютерного центра». Отметим и масштаб поддержки, - стоимость проекта 1445 млн. рублей, куда входит установка гетерогенной суперкомпьютерной системы с богатым комплектом системного и прикладного ПО и подготовка инфраструктуры в сооружаемом

новом научно-исследовательском корпусе. Само создание Суперкомпьютерного центра будет проходить в три этапа: завершение к настоящему моменту формирования проектного облика (2012 г.), техническое проектирование (2013 г.) и реализация (2014 - 2015 гг.). Полномасштабный ввод в строй Суперкомпьютерного центра должен произойти в 2015 году.

Переходя к описанию создаваемого Центра остановимся, в первую очередь, на архитектуре ядра Центра, - его гетерогенной вычислительной системе. Начнем с того, что под гетерогенной системой подразумевается четыре вычислительных сегмента, объединенных общей системой хранения данных:

- гибридный кластер на основе многоядерных микропроцессоров и ускорителей вычислений;
- вычислительная система с массовым параллелизмом и глобально-адресуемой памятью;
- реконфигурируемая система на основе программируемых логических матриц;
- вычислительная система для инфраструктуры облачных вычислений.

Представляется важным описать конфигурацию каждого из сегментов суперкомпьютерной в силу определенной уникальности предлагаемой системы. Начнем с гибридного кластера основу которого составят около 1000 узлов на базе процессоров Intel, часть из которых планируется оснастить ускорителями вычислений - адаптерами NVIDIA Tesla и Intel Xeon Phi. Гибридный кластер будет давать основную часть вычислительной производительности системы - около 1 ПФлоп/с. Благодаря стандартной архитектуре, ресурсы кластерной системы будут использоваться для решения самого широкого круга задач, от уникальных инженерных и естественнонаучных расчетов до массового использования в учебном процессе студентами разных курсов и факультетов. Важно указать, в частности, и на то, что существенная часть приобретаемого прикладного ПО ориентирована для использования на этом кластере.

Второй сегмент - вычислительная система с массовым параллелизмом и глобально-адресуемой памятью предполагается содержащей около 10000 процессорных ядер и 40 Тб оперативной памяти и иметь производительность свыше 100 ТФлоп/с. Основными особенностями данного вычислителя являются использование сети с топологией трехмерного тора, глобально-адресуемая память и возможность работы в режиме единого образа операционной системы. Несмотря на некоторую «экзотичность» описания, конфигурация кластерной системы вполне стандартна – ccNUMA (cache-coherent NUMA), как и оборудование – процессоры архитектуры x86-64. По этой причине вся система может работать под управлением обычных дистрибутивов Linux, что позволяет решать на

ней задачи не только с помощью ПО с открытым исходным кодом, но и коммерческими прикладными программными комплексами, которые будут приобретаться для гибридного кластера.

Третий сегмент, - реконфигурируемая вычислительная система на основе программируемых логических матриц рассчитана на решение задач обработки и защиты информации, а так же для задач, связанных с некоторыми нестандартными вычислениями.

Кластер для реализации инфраструктуры облачных вычислений основывается на специализированном системе, содержащей не менее 1200 процессорных ядер. Несколько узлов этого кластера будут оснащены графическими ускорителями для задач подготовки и обработки данных, а так же для итоговой визуализации результатов вычислений. Для работы данной системы предусмотрена отдельная система хранения данных.

Общая система хранения данных будет доступна всем вычислительным сегментам, что в первую очередь дает возможность вести расчеты, использующие общие данные, на разных вычислителях. Полная емкость системы хранения составит около 1 Пб, а полезная запланирована в объеме не менее 600 Тб. В качестве файловой системы планируется использовать систему Lustre.

Важно отметить, что в проекте заложены требования о высокой энергоэффективности всех сегментов, в частности, для кластерной системы энерго-информационная эффективность должна составить не менее 1,4 ГФлопс/Вт, а показатель эффективности использования электроэнергии в системе кондиционирования (PUE) - не ниже 1,25 (на временном промежутке не менее 1 года).

В рамках создания Суперкомпьютерного центра СПбГПУ взаимодействует с ведущими мировыми производителями микропроцессоров, системного и прикладного ПО - компаниями Intel, Nvidia, Ansys, MSC Software, Adaptive Computing и другими.

Следует отметить, что важнейшим отличием создаваемого Центра от многих отечественных и зарубежных является его оснащение практически всей востребованной инженерным и научно техническим сообществом палитрой прикладного программного обеспечения. СПбГПУ рассматривает это обстоятельство как ключевое в части эффективного взаимодействия центра с предприятиями промышленности и организациями науки. Такое оснащение центра будет способствовать и внедрению новейших суперкомпьютерных технологий во все стороны учебной и исследовательской деятельности университета. Таким образом создание Суперкомпьютерного центра позволит решить задачи:

- обеспечения вузу прорывного технологического лидерства в научно-образовательной деятельности и разработках для промышленности;

- содействия переходу на качественно новый уровень научно-технологической базы промышленности и науки Санкт-Петербурга и региона Северо - Запада;
- по выводу на новый уровень работы Суперкомпьютерного консорциума университетов России, где СПбГПУ является одним из признанных лидеров в области промышленных суперкомпьютерных приложений;
- по развитию новейших образовательных направлений с общим наименованием «Суперкомпьютерный инжиниринг», интегрирующих все ключевые стороны развития образовательной деятельности на основе суперкомпьютерных технологий в сферу высшего инженерного образования, где СПбГПУ имеет все основания стать мировым лидером.