

# КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ И СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО ЦЕНТРА ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ

**А.И.Боровков, Ю.Я. Болдырев, В.В. Глухов,  
В.С.Заборовский, А.И.Осадчий**

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)

В рамках выполнения Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» в Санкт-Петербургском политехническом университете создается Суперкомпьютерный центр (СКЦ).

Проект создания центра был подготовлен в 2009-2011 гг при поддержке Администрации Санкт-Петербурга, Минобрнауки РФ и Минкомсвязи РФ и утвержден Правительственной комиссией 16 мая 2012 г. Наименование проекта: «Техническое перевооружение Национального Исследовательского Санкт-Петербургского государственного политехнического университета на основе создания Суперкомпьютерного центра» при исходной стоимости 1450 млн. рублей. В настоящее время в стадии ввода в строй находится вычислительная система с гетерогенной структурой и суммарной пиковой производительностью 1,23 PFLOP/s.

Цель проекта, в согласии с его паспортом, формулируется так: Суперкомпьютерный центр создается для ускоренного внедрения технологий мирового уровня в учебно-научную деятельность вуза и усиление его взаимодействия с научно-исследовательскими организациями и предприятиями промышленности Санкт-Петербурга, Северо-Западного региона и регионов России. Таким образом, проект прямо нацелен на длительное время стоящую на повестке дня проблему модернизации отечественной экономики.

Проблема модернизации очевидна и здесь мы формулируем и обсуждаем ряд задач по разработке и развитию её механизмов в Политехническом университете на базе СКЦ. Начнем с того о чем уже не один год говорят крупнейшие экономисты, передовые производственники и ученые работающие в областях создания новых технологий, а именно о шестом технологическом укладе в который вступает наша цивилизация. Если мы обратимся к большинству публикаций по этой теме, то под таким укладом понимают острие «высоких технологий», в первую очередь звучит геновая инженерия, нано и биотехнологии, микромеханика, развитие термоядерной энергетики с выходом на практически неисчерпаемые источники энергии, упоминают мембранные и квантовые технологии и ряд других.

При этом, совершенно удивительным видится полное отсутствие в этом списке, причем практически во всех связанных с ним публикациях, даже упоминания о компьютерных и тем более суперкомпьютерных технологиях, без которых все названные технологии принципиально нереализуемы! Это, во-первых. И, во-вторых, укажем, что компьютерные технологии обладают особой, уникальной значимостью! О такой, особой значимости компьютерных технологий говорит, например, такой факт, - почти 40 лет назад (!) Национальный научный фонд США назвал появление САД-систем самым выдающимся событием с точки зрения повышения производительности труда со времен изобретения электричества! И это совершенно справедливо! Но по существу своей сложности и возможностей САД системы несопоставимы с передовыми многопроцессорными САЕ –системами, а в реальности, в своем большинстве, САД системы это самый нижний уровень наукоемких компьютерных технологий, тогда как, САЕ системы компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга<sup>1</sup> определяют

---

<sup>1</sup> Под инжинирингом мы понимаем область интеллектуальной деятельности и связанные с ней процессы, задачей которых является проектирование, создание, сооружение, использование, поддержка, переработка или утилизация в сфере решения конкретных технических задач (то есть - концепции, модели, продукты, процесса, системы или технологии).

«наукоемкое лицо» всех передовых производств в современном мире и их роль будет только нарастать в будущем. Будучи наукоемким ядром процессов инженерного анализа и проектирования и обеспечивая работу с очень большими массивами данных, именно суперкомпьютерные технологии становятся интегрирующей основой всех передовых производств уже многие годы и их роль будет только нарастать. В совокупности с передовыми производственными технологиями, в первую очередь, аддитивными, (которые также, заметим, по неясной причине не входят в ядро технологий шестого технологического уклада) компьютерные технологии создают качественно новую производственную среду. Именно синтез таких технологий позволяет компаниям мировым лидерам создавать в минимальные сроки глобально конкурентоспособную продукцию.

Проект создания Суперкомпьютерного центра Политехнический был ориентирован на широкое внедрение технологий суперкомпьютерного инжиниринга, то есть инжиниринга, основанного на использовании суперкомпьютерных технологий в сферы производственной и научно-технической деятельности. Или, говоря несколько упрощенно, содержанием его деятельности должно являться внедрение и развитие в названные сферы всего множества CAD/CAM/CAE и так далее компьютерных технологий, то есть важнейшей задачей СКЦ является содействие переводу отечественной промышленности на передовые производственные технологии. При этом, будучи созданным на базе технического вуза СКЦ, естественно, должен содействовать переводу его учебной и научной деятельности на отвечающие таким передовым производственным технологиям позиции. Это весьма сложная задача, особенно в части учебной работы, поскольку инженерному, и передовой части преподавательского сообществ, уже достаточно давно виден увеличивающийся разрыв между требованиями передовых производств и подготовкой для них инженерных кадров. Подтверждением последнего являются и внимание Президентского Совета по науке и образованию к проблемам инженерного образования.

Попытаемся указать на важнейшие вопросы, которые предстоит решать СКЦ, попутно отметив, что решать их нам будет несколько легче, поскольку в Политехническом университете уже создан единственный в России Институт передовых производственных технологий.

Самое главное с чего нужно начинать, это попытаться понять, как встроить в учебный процесс передовую и основополагающую концепцию инженерного знания, которую на западе принято называть «Simulation Based Design» (Моделирование как основа проектирования), интенсивно развиваемую силами передовых промышленных компаний. Фундамент этой концепции был разработан более 30 лет тому назад академиком А.А.Самарским, назвавшим её математическим моделированием. Приняв эту концепцию за основополагающую, мы сразу же утверждаем за СКЦ ключевую роль в учебно-научной деятельности вуза, как важнейшего инструмента становления и развития передовых производственных технологий. Действительно, все находящиеся на передовом острие направления инженерного знания или, говоря еще предметнее, инженерные разработки непосредственно связаны с вычислительно ресурсоемкими задачами. Причем здесь уже достаточно давно сформировалась новая парадигма инженерной деятельности непрерывно расширяющегося внедрения математического моделирования во все новые и новые отрасли инженерных приложений. И обусловлено это тем обстоятельством, что пытаясь описать реальный физический мир машин, материалов, систем и технологий, передовые инженеры-исследователи используют все более и более сложные, связанные между собой задачи математической физики. А именно это и порождает непрерывно растущую вычислительную ресурсоемкость инженерных задач. Достаточно упомянуть только о классе, а точнее о классах междисциплинарных (мультидисциплинарных) постановках задач, которые как раз и описывают физическую реальность. Например, проектирование турбомашин требует не только аэродинамического или

гидродинамического расчета, но и анализа аэро-упругого (гидро-упругого) состояния системы, а если мы имеем дело с газовыми турбинами, то сюда следует добавить тепломассообмен и проблемы горения! Таким образом, мы приходим к необходимости решения масштабных и крайне сложных вычислительных задач, где уникальным инструментом являются суперкомпьютерные системы.

Заметим, что сложность всей совокупности проблем здесь настолько велика, что сегодня только намечаются контуры возможных решений задач реальной практики. Приведем пример из области аэродинамики. Оценка «готовности» важнейших методов численного моделирования турбулентности LES (Large Eddy Simulation) и DNS (Direct Navies-Stokes) для расчета обтекания самолета или автомобиля на основе прогноза роста быстродействия компьютеров (в 2 раза<sup>1</sup> каждые 5 лет) дает нам по LES примерно 2045 год, а по DNS 2080 год! Подчеркнем, что мы выделили только один, хотя и наиболее трудный сегмент задач, – задачи аэродинамики!

Еще более трудный и новый уровень сложности приобретают задачи оптимального проектирования промышленных изделий. Заметим, в связи с этим, что принципиально оптимальное проектирование предполагает многократное решение указанных выше задач описывающих состояние системы, то есть здесь вычислительная ресурсоемкость многократно возрастает!

Если развитие названных направлений деятельности на основе ресурсов СКЦ не вызывает трудных вопросов в части развития научных исследований в вузе, то в работе по подготовке бакалавров и магистров имеются нетривиальные проблемы. Все эти проблемы, при внимательном анализе концентрируются вокруг вопросов об уровне фундаментальной естественнонаучной подготовки студентов, то есть всего блока физико-математических дисциплин, дополненных специальными вопросами вычислительной математики, такими как численные методы механики сплошной среды, методы оптимизации и рядом других. При этом, необходимость такой подготовки вступает в определенное противоречие с существующими нормативами, действующими в рамках существующих стандартов высшего инженерного образования и, естественно, требует адаптации стандартов к требованиям времени.

В докладе предполагается затронуть и ряд других, значимых для развития суперкомпьютерных технологий в Политехническом университете и в других технических вузах вопросов.

---

<sup>1</sup> Практика сегодняшних дней показывает еще более оптимистичные оценки