

# СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ И ВОПРОСЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Ю.Я. Болдырев, К.Ю. Замотин, Е.П. Петухов*

*Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

## **Введение**

Сегодня в России повсеместно наблюдается парадоксальная и тревожная для развития высокотехнологичных секторов промышленности ситуация – при увеличивающейся армии выпускников вузов растет нехватка молодых, владеющих современными технологиями инженеров. Несмотря на то, что в вузах на гуманитарных и управленческих специальностях фактически нет бюджетных мест, соотношение между «физиками и лириками» по-прежнему склоняется в пользу последних. Статистика свидетельствует, и вакансии крупных российских кадровых агентств подтверждают, что изо дня в день растет спрос на специалистов таких отраслей, как информационные технологии (ИТ), машино- и приборостроение, энергетика, строительство. А прогноз рынка труда на 2015 год и вовсе неутешительный: тотальный дефицит специалистов технических (инженерных) специальностей.

Задача высшего образовательного учреждения всегда была, и сегодня это особенно актуально, в том, чтобы не только выучить, но и правильно сориентировать молодых людей: они должны быть востребованы и иметь возможность самореализации. «Ахиллесовой пятой» высшего технического образования также всегда была, хотя и в разные времена в разной же степени, его серьезная оторванность от производства. Здесь центральной проблемой является гармоничное сочетание сильных фундаментальных основ инженерных знаний с современным существом будущей специализации. Отсюда появляется значительный пробел между подготовкой кадров в вузе и реализацией их знаний на практике. Принципиально это проблема не только каждого отдельного вуза, но и всей системы образования, которая усугубляется не всегда внятно проводимыми реформами и определенными деформациями отношений высшей школы и предприятий, порожденных рынком. В то же время современная российская промышленность, как-то: машиностроение, радиоэлектроника, строительство, другие отрасли – остро нуждается в специалистах-практиках, сочетающих специфические профессиональные знания с умением работать в команде, знанием современных ИТ-технологий.

Современная инновационная деятельность в сфере инженерного образования также сильно затруднена и рядом серьезных глобальных проблем, стоящих перед ним, даже если это образование признается качественным. Как отмечают многие зарубежные исследователи, противоречия между современной инженерной практикой на производстве и преподаванием дисциплин в вузе с каждым годом накапливаются все больше. Современный студент сильно отличается от своего предшественника, но преподаватели продолжают учить так, как 30-40 лет тому назад учили их самих. Проблема серьезно усугубляется отсутствием молодых преподавателей в вузе, а инертность образовательных программ и курсов – также одна из главных проблем сегодняшнего инженерного образования.

Процесс инженерного образования должен рассматриваться как освоение наиболее характерных для инженерного сообщества компетенций: овладение важнейшим для той

или иной группы данного сообщества инструментарием, важнейшим из которых, практически для всех групп, сегодня является использование вычислительных систем, а также умение работать с технической литературой. Все это способствует приобретению необходимых инженерных навыков.

Сущностью инженерной деятельности являются не только расчеты, но и разработка изделий (например, дизайн), важными элементами которой – творческий подход и открытость в смысле возможности множественных технических решений для данной проблемы. Как правило, грамотные выпускники вузов «находятся в предположении» существования единственного того или иного численного решения при анализе какой-либо инженерной проблемы. Однако современное программное обеспечение в связке с суперкомпьютерами позволяет быстро и эффективно решать поставленные задачи в весьма широком круге возможностей, освобождая инженера на творческую самореализацию: работа в ключе «что, если», модификация деталей и, что пожалуй, особенно важно, оптимизация конструкции (процесса), которая как раз обеспечивает многовариантность получаемого решения в зависимости от тех или иных параметров, и т.д.

В современном производстве компьютер из вспомогательного средства превращается в некий «центральный пункт», вокруг которого вращается вся творческая деятельность инженера. Однако «зацикливание» последнего только на одном направлении деятельности, только на персональном компьютере для вычислений приводит к своеобразной одномерности инженерного мышления, это означает тупик развития и невозможность решить сложную задачу. У современного инженера должен быть широкий кругозор как в методах решения задач, так и в средствах, с помощью которых эти решения разыскиваются.

Развитие суперкомпьютерных технологий с позиций чисто вычислительных мощностей (ресурсов) привело в наши дни научное и инженерное сообщество к возможности ставить и решать такие классы естественно-научных и инженерных задач, которые были немыслимы для инженеров и исследователей даже 10 лет тому назад. При этом в части инженерных задач главным инструментом здесь являются САЕ (Computer-Aided Engineering) технологии и их параллельные реализации для суперкомпьютеров. САЕ – общее название для программ и программных пакетов, предназначенных для решения различных инженерных задач: расчетов, анализа и симуляции физических процессов. Сегодня САЕ является основным инструментом математического моделирования в инженерной области.

### **Математическое моделирование и инженерное знание**

Все современное естественно-научное и инженерное знание представляет собой совокупность многотысячелетнего человеческого опыта. Причем в своем подавляющем большинстве все бесчисленные составляющие этого опыта есть продукт физического эксперимента. Именно многовековой экспериментальный опыт служил основой инженерному сообществу с незапамятных времен, примерно до конца XVIII века, в создании всех машин и механизмов, служивших человеку.

В начале XIX, когда стал массово развиваться железнодорожный транспорт и паровой флот, стала все более и более проявляться необходимость создания теоретических основ того, что мы сегодня понимаем под инженерным анализом и проектированием. Полномасштабная потребность и значимость инженерного анализа окончательно сформировались во второй половине – конце XIX века, а с началом XX века, когда очень быстрыми темпами стали появляться принципиально новые механизмы и машины, начали формироваться и новые требования к самому существу инженерного анализа. В связи с последним важно будет отметить, что именно глубокое понимание этих проблем и стремление вывести Россию на передовые мировые научно-технические и

экономические позиции лежали в основе самой идеи создания Санкт-Петербургского политехнического института.

В течение первой половины XX века многовековая практика физического эксперимента подошла к практическому исчерпанию своих возможностей при создании новых типов машин и систем, поскольку при решении все большего числа инженерных, да и многих естественно-научных проблем вообще, не позволяла провести сам физический эксперимент либо из-за его сложности, либо по причине принципиальной его невозможности. Последние обстоятельства привели инженерное и научное сообщество к необходимости использования все более и более мощных методов математики или, говоря современным языком, методов математического моделирования. Таким образом, в течение XX века произошло революционное изменение инструментария исследования природы и всего того, что создается человеком, т.е. многовековая практика физического эксперимента стала активно дополняться и заменяться экспериментом математическим. Этому способствовали два обстоятельства: во-первых, новейшие достижения в фундаментальной и вычислительной математике, как инструменте количественного описания явлений и процессов, и, во-вторых, возникновение и мощное развитие вычислительной техники.

Активное внедрение математического моделирования [1-3] в инженерную практику способствовало переходу на качественно новый уровень в инженерных расчетах и проектировании всего множества машин и систем во всех отраслях промышленности. Особенно сильно это новое качество стало проявлять себя в последние десятилетия в связи с широким применением суперкомпьютеров. Но прежде чем раскрывать существо этого качества, необходимо понять, как и в каких направлениях компьютерные технологии повлияли на развитие промышленности. При этом сразу же отметим, что сфера применения компьютеров в промышленности, практически одновременно с их внедрением в нее, стала быстро расширяться и, конечно, не исчерпывалась инженерными расчетами.

### **Суперкомпьютерные технологии**

«Современный уровень развития вычислительной техники и методов математического моделирования дает уникальную возможность для перевода как промышленного производства, так и научных исследований на качественно новый уровень. Цифровые модели сложных конструкций, точное описание и воспроизведение природных явлений и процессов, тонкая многопараметрическая оптимизация — все это становится реальным сегодня. Для индустрии — это повышение конкурентоспособности на мировом рынке, для науки — это завоевание лидирующих позиций нашими учеными, и все это вместе составляет один из важных элементов перехода к инновационной экономике. Именно поэтому суперкомпьютерные технологии отнесены руководством страны к приоритетным направлениям модернизации экономики и технологического развития», — ректор Московского университета, академик В.А. Садовничий [4].

Центральной проблемой, обуславливающей трудности и вопросы, встречающиеся на пути широкого внедрения суперкомпьютерных технологий в инженерное образование, является их универсальный и всеобъемлющий характер. Сущность этой универсальности заключается в том, что суперкомпьютерные технологии позволяют нам в максимальном объеме реализовать технологии математического моделирования. А это, в свою очередь, дает возможность ставить и решать во всей полноте междисциплинарные задачи, которые, как указывалось, дают возможность весьма близко подойти к описанию реального физического мира. При этом проходит вся универсальная цепочка от постановки задачи, выбора эффективных вычислительных схем, обеспечивается требуемая быстрота получения результата и, что особенно важно, инженер и ис-

следователь получают возможность полномасштабной визуализации результатов вычислений.

Но такое высокое и все более нарастающее в своих возможностях качество описания явлений природы и мира техники требует и все более высокого уровня освоения инженерным сообществом самих фундаментальных основ инженерного знания. При этом сами эти основы становятся малоразличимыми со знанием естественно-научным. Именно здесь и кроется проблема слабого внедрения суперкомпьютерных технологий в инженерное образование – высшая техническая школа, в своем подавляющем большинстве, не готова и во многих случаях принципиально не способна к радикальной и быстрой перестройке учебного процесса на такие технологии. Еще раз подчеркнем, что суперкомпьютерные технологии революционно изменили весь процесс инженерной деятельности, а это требует радикальной перестройки образовательного процесса подготовки инженерных кадров.

Какими же видятся пути решения обозначенных проблем? Во-первых, это полномасштабное внедрение как CAE (Computer-Aided Engineering) технологий, так и суперкомпьютерных технологий, которые придадут совершенно новый характер деятельности инженера, – она все более и более приобретает характер деятельности исследовательской, опирающейся на фундаментальное знание. Во-вторых, в недалеком будущем произойдет смена самой парадигмы инженерной деятельности. Что имеется в виду? Рассмотрение всей последовательности этапов работы инженеров – разработчиков новой техники и систем (конструкторов, расчетчиков, проектировщиков и т.д.), т.е. тех категорий, которые заняты созданием новых машин, механизмов и систем, ведет к выводу – эта деятельность в ближайшем будущем «обречена» на все более и более творческий характер, при которой сама проектно-конструкторская, рутинная, расчетно-технологическая работа будет возложена на расчетно-технологические вычислительные среды. Роль инженера разработчика будет определяться такой творческой деятельностью, как разработка концепции нового изделия, включая эффективность и быстроту его производства, а также определение его эксплуатационно-технических характеристик.

Но использование CAE-технологий, даже в их полномасштабной связке с CAD (Computer-Aided Design) и CAM (Computer-Aided Manufacturing) технологиями, есть только один из сегментов того, что в недалеком будущем станет основой нового содержания инженерного образования. Как нам видится с позиций сегодняшнего дня, само содержание инженерного образования должно включать в себя преподавание реализованной в суперкомпьютерном варианте группы дисциплин, в основе которых лежит триада CAD/CAE/CAM-технологий. И здесь задача ведущих технических вузов состоит в том, чтобы, во-первых, предложить концепцию инженерного образования на базе суперкомпьютерных технологий и, во-вторых, определить те группы дисциплин, которые будут составлять некоторое ядро – основу такого образования.

На сегодняшний день Санкт-Петербургский государственный политехнический университет подготовил проект создания Суперкомпьютерного центра на базе вуза, который подержан Минэкономразвития, Минобрнауки и Минкомсвязи России и будет реализован в 2013 – 2014 гг. Важнейшим аспектом работы Суперкомпьютерного центра станет переход всей системы учебной работы на его основу, что позволит вузу готовить кадры мирового уровня с использованием наиболее передовых технологий.

### **Литература**

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. М.: Физматлит, 2001. 320 с.

2. Болдырев Ю.Я. Суперкомпьютерные технологии как современное воплощение междисциплинарного подхода в научно-образовательной деятельности // СПб. Научно-технические ведомости СПбГПУ. № 4, 2010. С. 99–106.
3. Болдырев Ю.Я., Петухов Е.П. Суперкомпьютерные технологии и их приложения. Учебное пособие. СПбГПУ, 2010. 92 с.
4. Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности / Под редакцией: академика В.А. Садовниченко, академика Г.И. Савина, чл.-корр. РАН Вл.В. Воеводина. М.: Изд-во МГУ, 2009. 232 с.