

# ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

В.Б. Бетелин

## I. Компьютерные и зачетные испытания

Сформировавшиеся к 40-м годам 20 века технологии создания сложных технических систем оказались непосредственно неприменимы к созданию атомного оружия ввиду принципиальной невозможности непосредственного измерения сверхвысоких скоростей, давлений и температур физических процессов, развивающихся в процессе его функционирования, а также совершенно неудовлетворительной точностью инженерных расчетов. Поэтому в рамках атомных проектов, как СССР, так и США, фактически были заложены основы принципиально новой технологии создания сложных технических систем базирующейся **как на натуральных и стендовых, так и в возрастающей степени на компьютерных испытаниях** - расчетных технологиях, обеспечивающих априорное численное предсказание изменения ключевых параметров сложных физических процессов во времени. Обеспечение приемлемой точности таких предсказаний требовало применения самых высокопроизводительных на данный момент ЭВМ, производительность которых до начала 90<sup>х</sup> годов прошлого века не превосходила **10<sup>8</sup>-10<sup>9</sup> оп/сек.** Подтверждение достоверности этих расчетов обеспечивалось значительными объемами натуральных испытаний.

Запрет натуральных испытаний ядерного оружия, инициировал в конце 90<sup>х</sup> начале 2000<sup>х</sup> годов, разработку принципиально нового поколения **технологий создания сложных технических систем, базирующихся на компьютерных испытаниях как на основном инструменте отработки нового изделия.** Основная задача стендового оборудования в рамках этих технологий – **проведение зачетных испытаний** подтверждающих достоверность результатов компьютерных испытаний. Эти технологии, потребовали, создания ЭВМ производительностью не менее чем **10<sup>12</sup> оп/сек,** а также создания принципиально новых физико-математических моделей, численных методов, расчетных схем и методик.

Комплексная проблема создания суперкомпьютерных технологий тера (10<sup>12</sup>) и петафлопсного (10<sup>15</sup>) классов была в основном решена в рамках Программы ASCI в 1997-2010гг. Основная цель этой программы – замена натуральных испытаний ядерных боезарядов предсказательным моделированием на супер-ЭВМ в совокупности с полунатурными экспериментами. В рамках программы ASCI на основе государственного финансирования, ведущие компании США разработали технологии создания супер-ЭВМ с архитектурой масштабируемой сети десятков и сотен тысяч параллельно работающих массовых коммерческих микропроцессоров, а Национальные лаборатории США - технологии создания масштабируемых приложений. В течение 12 лет, были созданы супер-ЭВМ с производительностью от 1(1997г.) до 1000(2009г.) терафлопс, на основе массовых коммерческих вычислительных и

коммуникационных узлов, которые, собственно и положили начало формированию мирового рынка высокопроизводительных вычислений, на котором до настоящего времени доминируют компании США. То есть, за исключением Китая и Японии, производители супер-ЭВМ в других странах (в том числе и в России) на самом деле производителями не являются, а собирают их из готовых блоков американских компаний.

Следует отметить, что успех программы ASCI – это результат многолетний целенаправленной поддержки правительством США работ в области высокопроизводительных вычислений, необходимость которой обоснована в отчете, подготовленном в 1982 г. комиссией, возглавляемой известным математиком П. Лаксом. В отчете констатировалось, что рыночные механизмы не способны обеспечить развитие суперкомпьютерных технологий на уровне, необходимом для обеспечения национальной безопасности. В 1991 году в США был принят закон о федеральной поддержке высокопроизводительных вычислений (Public law 12-194), призванный "обеспечить постоянное и непрерывное лидерство США в области создания и использования высокопроизводительных вычислений".

## **II. Состояние дел с технологиями компьютерных испытаний в России.**

Суперкомпьютерные технологии – это взаимоувязанная триада, включающая супер-ЭВМ с программными системами предсказательного моделирования, и технологии использования этого программно-аппаратного комплекса в процессе создания нового изделия. В России до 2009 года, за исключением атомной отрасли, государственная поддержка развития технологий компьютерных испытаний для промышленности, науки и образования фактически сводилось к созданию только одной части триады, а именно – суперкомпьютера. Государство выделяло средства либо на закупку «под ключ» супер-ЭВМ производства американских компаний, либо на закупку у этих компаний комплектующих и, создания на их основе, супер-ЭВМ силами отечественных специалистов.

Прикладное программное обеспечение этих супер-ЭВМ и технология его применения создавались в рамках бюджетов институтов, ВУЗов и промышленных предприятий. В результате были созданы только лабораторные или, в лучшем случае, экспериментальные образцы прикладных программных систем и технологий их применения, неотчуждаемые от разработчиков и не обладающие необходимыми продуктовыми свойствами.

В 2010-2012гг. в рамках проекта «Развитие суперкомпьютеров и грид-технологий» кооперацией более 30 промышленных предприятий, институтов и ВУЗов, при головной роли ГК «РОСАТОМ» (РФЯЦ-ВНИИЭФ) были созданы опытные образцы отечественного конкурентоспособного программного обеспечения предсказательного моделирования, а также ряд супер-ЭВМ различной производительности. Однако этот чрезвычайно успешный проект не был пролонгирован ни в 2013г., ни в 2014г.

Как следствие, основная масса потенциальных потребителей высокопроизводительных вычислений и в науке, и в образовании, и в промышленности использует для проведения расчетов доступные на

коммерческом рынке зарубежные программные пакеты (STAR CD, LS-DYNA, ECLIPSE и т.д.), которые рассчитаны либо на кластеры с небольшим числом процессоров (10-30), либо на персональный компьютер с одним многоядерным микропроцессором. То есть отечественные промышленные предприятия работают в условиях возрастающего дефицита высокопроизводительных вычислительных ресурсов (и программных, и аппаратных) что, безусловно, принципиально ограничивает возможности конструкторов и технологов при проведении вариантного анализа поведения и функционирования конструкций и технологических маршрутов изготовления сложных технических изделий.

Отсутствие в России долгосрочной комплексной государственной программы развития суперкомпьютерных технологий является прямым следствием ряда принципиальных положений, сформулированных в документе "Основные направления политики РФ в области развития инновационной системы на период до 2020 г." Роль государства, согласно этому документу, фактически заключатся только в формировании экономических **условий** и создании благоприятной экономической и правовой среды, **способствующих** или приобретению этих технологий у зарубежных компаний (трансфер технологий), или разработке этих технологий отечественными компаниями, но в условиях конкуренции на глобальном мировом рынке с зарубежными компаниями, имеющими государственную поддержку.

Весьма расширительная и расплывчатая трактовка инновационной деятельности в Основных направлениях, оценка ее успешности по вторичным не рыночным показателям, делает необязательным создание продукта с высокой добавленной стоимостью, продажа которого на рынке и приносит основную долю прибыли, обеспечивающей как покрытие расходов на его создание, так и затраты на разработку такого продукта следующего поколения. Другими словами государство отвечает **за создание условий** для инновационной деятельности предприятий, но **не за создание ими продуктов с высокой добавленной стоимостью.**

Основой альтернативной политики, в рамках которой государство несет ответственность за формирование условий для создания продуктов с высокой добавленной стоимостью, являются отраслевые законы прямого действия, нацеленные на создание триады: оборудование, технология, продукт с высокой добавленной стоимостью.