

## ВЫСТУПЛЕНИЕ АКАДЕМИКА РАН Б.Н. ЧЕТВЕРУШКИНА

Материал поступил в редакцию 03.12.2018 г.

Принят к публикации 25.12.2018 г.

*Ключевые слова:* высокопроизводительные алгоритмы, математическое обеспечение, суперкомпьютерные технологии.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873894358-359>

Я хочу остановиться на одной проблеме использования суперкомпьютерных технологий, с которой лицом к лицу столкнулись наши зарубежные партнёры, обладающие большими вычислительными системами, и наверняка столкнёмся мы в ближайшие годы.

Напомню, что сейчас самая большая вычислительная система Соединённых Штатов Америки имеет производительность 200 петафлопсов, к 2023 г. планируется создать машину производительностью в 1 эксафлопс (1000 петафлопсов), то же самое к тому времени планируют сделать страны ЕЭС и Китай. Формирование суперкомпьютерной отрасли – дело недешёвое. Стоимость одной такой системы – около миллиарда евро. Но многие идут на эти затраты, так как современные суперкомпьютерные технологии становятся важнейшим фактором научно-технического и социального развития стран. В России самый мощный суперкомпьютер "Ломоносов-2", построенный в Научно-исследовательском вычислительном центре МГУ им. М.В. Ломоносова, имеет производительность 5 петафлопсов. Понятно, что скоро и у нас появятся, даже в силу геополитического положения России, вычислительные системы большей мощности. Это первое и обязательное условие для дальнейшего развития суперкомпьютерных технологий.

Второе условие связано с необходимостью поддержки направления со стороны властных структур. Здесь ситуация стала значительно лучше, чем была 5–7 лет назад, когда задавались вопросом, зачем нам нужны суперкомпьютеры. Сейчас их значение для решения задач в прорывных областях науки понимают гораздо лучше, тем не менее денег на эти цели по-прежнему выделяют мало. Поэтому нам надо продолжать работать с властью.

Третье условие, способствующее успешному развитию суперкомпьютерных технологий, – наличие квалифицированных кадров. Член-корреспондент РАН В.В. Воеводин говорил о массовой подготовке кадров, а я хочу остановиться на элитной. Что нужно знать специалисту высшей квалификации? Системное программирование, прикладную математику, тенденции развития со-

временных архитектур вычислительной техники, прикладные области. Таких специалистов может быть немного, но именно они являются двигателем суперкомпьютерных технологий.

Я перечислил очевидные задачи. Менее очевидной, но не менее важной является другая проблема – разработка алгоритмов и математического обеспечения для систем сверхвысокой производительности. Здесь кроется определённая интрига, на что я и хочу обратить внимание.

Считается (даже в научной среде), что если поставим в 100 раз более мощную машину, то решим в 100 раз более сложную вычислительную задачу. Это не так. На самом деле, когда задействовано много вычислительных ядер, они начинают мешать друг другу. Мы хотим использовать большие машины, но делать это, как правило, очень сложно. Наши коллеги за рубежом имеют системы мощностью 10 и более петафлопсов, а задач, требующих машин петафлопсной производительности, мало. Проблема носит фундаментальный характер и связана с трудностями адаптации алгоритмов и прикладного обеспечения к системам с экстремальным параллелизмом. Особенно остро она стоит для систем гибридной архитектуры, которые будут доминировать вплоть до создания эксафлопсного суперкомпьютера. Решить её можно только средствами фундаментальной науки. Если не сделаем этого, то на наших высокопроизводительных машинах будут решаться не крупные, а только десятки тысяч мелких задач. И тогда они станут напоминать автомобили, в баки которых не залили бензин.

Над этой проблемой сейчас интенсивно работает суперкомпьютерное сообщество, что видно по числу конференций, симпозиумов, публикаций. Ситуация в каком-то смысле напоминает начало 1950-х годов прошлого века, когда с появлением первых ЭВМ в СССР и в Соединённых Штатах Америки за короткий срок независимо были заложены основы современной прикладной математики и программирования, далее получившие своё развитие. Сейчас происходит то же самое: качественный скачок, своего рода революция в прикладной математике и системном програм-

мировании. Появляются новые подходы, которых раньше не было, но на них надо обращать внимание. Если мы не овладеем новыми технологиями, использование вычислительных систем сверхвысокой производительности в различных направлениях науки станет невозможным.

Часто говорят, что мы отстаём в развитии суперкомпьютерных технологий. Это не совсем справедливое утверждение. В данной области знаний мы неплохо смотримся на мировом уровне. Например, когда организуем конференции, посвящённые высокопроизводительным вычислениям, активное участие в них принимают зарубежные партнёры, желающие сотрудничать с нами, при этом готовые пригласить на работу наших ведущих специалистов. Правда, это опасная тенденция: высококвалифицированные кадры должны оставаться в своей стране.

У России есть конкурентные преимущества, которые необходимо использовать, в частности в создании сверхвысокопроизводительного программного продукта. В этой области мы можем стать не догоняющей страной, а лидером, хотя выходить на эти позиции сейчас очень трудно. Пока мы только "отбиваем" свой рынок, который заня-

ли зарубежные программные продукты, потому что опоздали на 12–15 лет. Но в этой области мы не должны упустить своих шансов. Математика может помочь и уже помогает развиваться российской элементной базе, в том числе в решении проблем отказоустойчивости с помощью соответствующих алгоритмов.

На суперкомпьютерных технологиях экономить нельзя. Надо создавать несколько вычислительных центров федерального и регионального уровней. Сейчас мы подготовили от имени институтов, находящихся под научно-методическим руководством Академии наук, соответствующее обращение в Правительство РФ. Но, наверное, надо думать и об активном участии в нашей деятельности университетов.

В заключение хочу сказать, что создание в РАН установки производительностью около 10 петафлопсов станет, учитывая компетенцию сотрудников институтов, полигоном для развития современных суперкомпьютерных технологий. Всегда было так, когда формировались перспективные отрасли. Помните: вначале появился экспериментальный реактор, а потом — реакторы большой мощности.

## SPEECH OF ACADEMICIAN OF RAS B.N. CHETVERUSHKIN

Received: 03.12.2018

Accepted: 25.12.2018

*Keywords:* high-performance algorithms, mathematical support, supercomputer technologies.