

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ВОЗРОЖДЕНИЕ ТРАДИЦИЙ

В преддверии своего 60-летия Институт точной механики и вычислительной техники имени С.А.Лебедева РАН (ИТМ и ВТ) при поддержке Федерального агентства по промышленности РФ и Российской академии наук провел Всероссийскую научно-практическую конференцию "Перспективы развития высокопроизводительных вычислительных архитектур. История, современность и будущее отечественного компьютеростроения". Среди задач конференции – "определение проблем в построении высокопроизводительных вычислительных архитектур, поиск возможных точек прорыва, осмысление путей интеграции российских разработчиков в мировое разделение труда". Конференция была призвана объединить усилия коллективов, привлечь внимание специалистов и государственных руководителей к поиску новых интересных архитектурных подходов.

Конференция собрала многих ведущих специалистов в области высокопроизводительных вычислительных систем. В приветственном слове **А.Е.Суворов**, начальник Управления радиоэлектронной промышленности и систем управления (УРЭП и СУ), отметил необходимость развивать отрасль компьютеростроения, используя тот богатейший опыт, который накоплен в ряде российских предприятий, и прежде всего – в ИТМ и ВТ. "Благодаря достижениям советской школы высокопроизводительных вычислительных систем, за 30 лет было создано более 20 типов современных по тем временам компьютеров, отдельные представители которых и до сих пор стоят на боевом дежурстве. Сегодня приняты и Стратегия развития радиоэлектронной промышленности, и



Стратегия развития радиоэлектронной промышленности, и

ФЦП "Развитие электронной компонентной базы (ЭКБ) и радиоэлектроники". Результаты выполнения этой программы должны лечь в основу развития, в том числе, и компьютерной отрасли.

Директор ИТМ и ВТ **С.В.Калин** подчеркнул актуальность обращения ряда отраслевых организаций к вопросу разработки российского суперкомпьютера. "Безусловно, поднимать отрасль широким фронтом очень накладно и трудоемко. Поэтому определен программно-целевой метод, который позволяет выделить ключевые проблемы, определить перспективы дальнейшего продвижения и сконцентрировать имеющиеся ресурсы для их решения. Такой подход заложен в основу "Стратегии развития радиоэлектронной промышленности" и ФЦП "Развитие ЭКБ и радиоэлектроники на 2008–2015 годы". Данные документы начинают работать, но их недостаточно. Необходимо убедить руководство страны в актуальности национального проекта по разработке отечественного супервычислителя". С.В.Калин отметил, что ведущие российские центры в области вычислительной техники (ИТМ и ВТ РАН, НИЦЭВТ, ИНЭУМ, НИИСИ РАН, ИПМ РАН) более-менее сохранили свой потенциал. Между ними можно восстановить между ними отраслевую кооперацию и привлечь еще по меньшей



мере 15 научных центров в области микроэлектроники и вычислительной техники. Совместными усилиями реально решить задачу создания супер-ЭВМ в срок порядка пяти лет.

О роли научной школы ИТМ и ВТ в развитии отечественной вычислительной техники напомнил **Б.А.Бабаян** – за



И.Шахнович

служенный инженер-исследователь Intel, директор по архитектуре подразделения программных решений, член-корр. РАН.

Примечательно, что конференция состоялась через две недели после того, как новый кластер Roadrunner (производитель – компания IBM) продемонстрировал на тестах Linpack производительность свыше 1 PFlops (10^{15} операций с плавающей точкой в секунду). Но в выступлении заместителя главного конструктора суперкомпьютера



стратегического назначения (СКСН) "Ангара" (ОАО "НИЦЭВТ")

Л.К.Эйсымонта подчеркивалось, что показатели теста Linpack весьма условно отражают производительность вычислительной системы. С другой стороны, создание сверхвысокопроизводительных компьютеров стратегического назначения продолжает оставаться одной из приоритетных задач для электронной индустрии США. Так, на работы в области СКСН в США в 2007 году в рамках программы NITRD (Networking and Information Technology Research and Development – главная государственная программа Правительства США по разработкам и исследованиям в области информационных и сетевых технологий) было затрачено 1,324 млрд. долл. – при том, что бюджет всей программы составил 3,074 млрд. долл. Это говорит о высокой значимости, которую придает Правительство США данным исследованиям, а также о том, что оно не рассматривает СКСН как рыночный товар – эта сфера может развиваться только за счет государственного бюджета. Докладчик подчеркнул, что в США действует федеральный закон (!), в соответствии с которым в стране должен создаваться особый класс СКСН – ультракомпьютеров. Существовая в единичных экземплярах, они обязаны превосходить не менее чем на два порядка по реальной производительности любой суперкомпьютер мира, который можно собрать из коммерчески доступных компонентов или просто купить. Л.К.Эйсымонт подчеркнул, что для обеспечения национальной безопасности и решения наиболее важных научно-технических проблем России необходимо иметь мощные вычислительные центры, оснащенные СКСН. Исследования и разработки позволяют утверждать, что после 2011 года в России реально изготовить образцы такой СКСН с характеристиками, близкими к перспективным американским вычислительным системам. И, по утверждению докладчика, единственный в России проект, похожий на передовые разработки США, – это проект НИЦЭВТ "Ангара". Но даже в случае успешной реализации он не способен решить проблемы России в области СКСН. Необходима отдельная федеральная целевая программа, направленная на развитие этого направления.

Надо отметить, что подобная позиция находит понимание со стороны представителей государственных структур. В частности, первый заместитель председателя комитета Государственной думы по науке и наукоемким технологиям академик **А.А.Кокошин**, выступая на конференции, отметил, что страна вступила в такую фазу, когда в области вычислительной техники необходима координация и комплексирование всех усилий. Конференция важна как для всех тех, кто занимается данной проблематикой, так и для страны в целом. "Сегодня мы стоим перед задачей попадания в число ведущих государств, обладающих собственными разработками и производством суперЭВМ, собственных программных продуктов, собственной ЭКБ и развитыми сетями, интегрирующими мощные суперЭВМ в различных вычислительных центрах. Все это – компоненты той программы, которую мы сейчас пытаемся разработать и предложить руководству страны. В прошлом году совместно с академиками Велиховым, Бетелиным и другими коллегами мы дали свои предложения руководству РФ. Сегодня есть ряд направлений, которые заслуживают серьезной поддержки, увеличения ассигнований – как в области создания суперЭВМ общего, так и специального назначения". Научному сообществу, отметил докладчик, необходимо приложить существенные усилия, чтобы донести проблемы этой одной из самых сложных отраслей до властных структур. А.А.Кокошин особо подчеркнул, что создать ряд отечественных суперкомпьютеров, используя преимущественно отечественные технологии, на коммерческих условиях невозможно. Это показывает весь зарубежный опыт. В данном направлении необходимо самое деятельное участие государства. Но и большому российскому бизнесу, прежде всего – представителям энергетических отраслей, необходимо обратить самое пристальное внимание на развитие отечественной вычислительной техники. Тем более что в России есть несколько собственных разработок суперЭВМ.

Надо отметить, что подобная позиция находит понимание со стороны представителей государственных структур.



В частности, первый заместитель председателя комитета Государственной думы по науке и наукоемким технологиям академик **А.А.Кокошин**, выступая на конференции, отметил, что страна вступила в такую фазу, когда в области вычислительной техники необходима координация и комплексирование всех усилий. Конференция важна как для всех тех, кто занимается данной проблематикой, так и для страны в целом. "Сегодня мы стоим перед задачей попадания в число ведущих государств, обладающих собственными разработками и производством суперЭВМ, собственных программных продуктов, собственной ЭКБ и развитыми сетями, интегрирующими мощные суперЭВМ в различных вычислительных центрах. Все это – компоненты той программы, которую мы сейчас пытаемся разработать и предложить руководству страны. В прошлом году совместно с академиками Велиховым, Бетелиным и другими коллегами мы дали свои предложения руководству РФ. Сегодня есть ряд направлений, которые заслуживают серьезной поддержки, увеличения ассигнований – как в области создания суперЭВМ общего, так и специального назначения". Научному сообществу, отметил докладчик, необходимо приложить существенные усилия, чтобы донести проблемы этой одной из самых сложных отраслей до властных структур. А.А.Кокошин особо подчеркнул, что создать ряд отечественных суперкомпьютеров, используя преимущественно отечественные технологии, на коммерческих условиях невозможно. Это показывает весь зарубежный опыт. В данном направлении необходимо самое деятельное участие государства. Но и большому российскому бизнесу, прежде всего – представителям энергетических отраслей, необходимо обратить самое пристальное внимание на развитие отечественной вычислительной техники. Тем более что в России есть несколько собственных разработок суперЭВМ.



Научный руководитель ФГУП НИИ "Квант" академик **В.К.Левин** также подчеркивали имеющийся в России потенциал и необходимость целенаправленного решения задачи развития области суперкомпьютинга. Генеральный директор ОАО "ИНУ-ЭМ" и ЗАО "МЦСТ" **А.К.Ким** рас-

сказал о планах по развитию линии суперкомпьютеров "Эльбрус" до 2019 года. О своих последних разработках и возможности их применения для построения высокопроизводительных вычислительных систем рассказали заместитель директора НИИ многопроцессорных вычислительных систем Южного федерального университета **И.И.Левин** (многопроцессорные вычислительные структуры с динамически реконфигурируемой архитектурой на основе ПЛИС), директор ГУП НПЦ "Элвис" **Я.Я.Петричкович**, начальник сектора, отдела и отделения ЗАО НТЦ "Модуль" **В.М.Черников** и другие специалисты.



На конференции были представлены и работы, проводимые в ИТМ и ВТ им. Лебелева. В частности, интерес вызвал доклад с.н.с. ИТМ и ВТ **А.М.Степанова**, посвященный созданию вычислительных систем нетрадиционной архитектуры, а именно – на основе обобщенной модели динамического dataflow (управление вычислениями потоком данных). Это направление до конца своих дней развивал академик В.С.Бурцев – главный конструктор МК "Эльбрус", в последние годы работавший в ИПИ РАН*. Отрадно, что эта область исследований по-прежнему развивается в стенах ИТМ и ВТ.



Заслуживают пристального внимания и работы **А.Ю.Дроздова** (руководитель лаборатории оптимизирующих компиляторов ИТМ и ВТ), посвященные построению универсальных оптимизирующих компиляторов – важнейшего элемента для любой высокопроизводительной вычислительной системы. В докладе А.Ю.Дроздова отмечалось, что сегодня на рынке представлены как оптимизирующие компиляторы компаний-производителей процессоров (Intel, Sun, IBM, HP и др.), так и открытые решения, в частности – с GNU-лицензией. Но первые не обла-



дают универсальностью и ориентированы исключительно на собственные аппаратные решения. Открытые же продукты хоть и позволяют быстро построить систему сквозной компиляции для каждой конкретной архитектуры, но не обеспечивают приемлемую эффективность оптимизации кода (т.е. не решают задачу эффективного использования всех аппаратных ресурсов современных процессорных платформ, в том числе многоядерных, с массовым параллелизмом на уровне команд и т.п.). Специалисты ИТМ и ВТ поставили перед собой задачу создания универсальной технологии оптимизирующей компиляции, которую можно внедрять в состав любой существующей на рынке системы компиляции. И она успешно решается. В частности, уже сегодня доступны для апробации (www.optimitech.com) альфа-версии двух продуктов – анализатора программ и автоматического распараллеливателя. В частности, автоматический распараллеливатель, встроенный в GNU-систему компиляции GCC, показал свое превосходство над одним из лучших на сегодня автоматическим распараллеливателем – компилятором iss компании Intel.



В целом, конференция показала, что в России это направление продолжает развиваться, подобные встречи необходимы как специалистам в области вычислительной техники, и так и государственным структурам. Будем надеяться, что конференции такого рода станут регулярными и традиционными, а самое главное – государство наконец обратит более пристальное внимание на развитие суперкомпьютинга как на комплексную, стратегически важную область деятельности, обеспечивающую не только национальную безопасность государства, но и экономический рост всех научно-технических направлений промышленности страны.

* См.: Бурцев В. Вычислительные процессы с массовым параллелизмом. Новый подход. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2002, № 2, с.32–35; Шахнович И. Работы по архитектуре сверхвысокопроизводительного компьютера продолжаются. – Там же, с. 30–31.