

Суперкомпьютеры и квантовая информатика

Наука тысячелетиями держалась на двух основаниях: науке теоретической и науке экспериментальной. Так было всегда, и долгое время не было даже намека, что здесь возможны какие-либо изменения. За последние 30-40 лет ситуация изменилась, появилась третья составляющая, которая полностью подтвердила свою необходимость на многие годы вперед – это наука вычислительная, дополняющая теорию и эксперимент недостающими знаниями о природе и обществе.

Сегодня вычислить можно всё. Или почти всё. Основной вопрос в адекватности модели и доступности вычислительных средств. А вот тут-то как раз и возникает необходимость в новых методах и средствах вычислений. Зачем? Чтобы обогнать конкурентов, снизить расходы на производство и удешевить продукцию, перейти к принципиально новым постановкам задачи, обеспечить свое лидерство. Это нужно в науке, это нужно в промышленности. Это важно для отдельного человека, это очень важно для коммерческой компании, но это сто крат важнее для государства, которое хочет добиться конкурентных преимуществ. Boeing (самолеты), Goodyear (автопокрышки), Whirlpool (бытовая техника), Procter&Gamble (бытовая химия, средства гигиены, чипсы...), DreamWorks (киноиндустрия) как и многие другие компании уже не мыслят себя без использования суперкомпьютерных технологий.

Как вычислять быстро? Существуют ли альтернативные подходы к организации вычислений? Можно ли отойти от сложившихся в информатике традиций? Об этом и поговорим в рамках данного курса: о суперкомпьютерных технологиях и квантовой информатике. Курс будет своего рода введением в предмет, но основы математики, физики, информатики все же потребуются.

Отличительная особенность суперкомпьютеров в том, что они “супер” во всем: вес, размеры, стоимость, энергопотребление, производительность, все эти параметры у них находятся на грани возможного. По сравнению с основной массой привычных нам компьютерных устройств, суперкомпьютеров не много, они не очень заметны, и доступ к ним имеет лишь небольшое число специалистов. Несмотря на явную принадлежность к элите компьютерного мира, суперкомпьютеры крайне востребованы на практике. Нефтяная и газовая промышленность, авиация, машиностроение, фармакология и криптография, нанотехнологии и климат, прогноз развития общества и анализ корпусов исторических текстов, кинематограф и игровая индустрия – в этих, как и многих других областях науки и промышленности использование суперкомпьютеров является вполне обычным явлением. Особенно, если есть желание стать лидером...

Особый вызов нашим вычислительным возможностям исходит из микромира, где действуют законы квантовой механики. Размерность пространства состояний квантовой системы n частиц растет как экспонента от n , что делает невозможным моделирование этих процессов «в лоб». Кроме того, рост производительности наших компьютеров связан с уменьшением величины ячейки памяти, которая уже приблизилась к нескольким нанометрам. Это — предел, за которым законы классической физики перестают работать, и нам придется заняться квантовой физикой сложных систем. Р.Фейнман 30 лет назад выдвинул революционную идею: использовать сами квантовые процессы для организации информационных процессов особого рода: квантовых вычислений. Квантовые компьютеры стали сейчас интереснейшей областью фундаментального знания, лежащей на стыке физики и теории алгоритмов. Сама природа дает нам возможность построить суперкомпьютер, основанный на квантовой механике, суперкомпьютер, превосходящий все, что мы видели до сих пор! Этот путь — далеко не прост, потому что он касается того, что мы пока не знаем полностью. Но он реален, и обещает нам найти способ исследования и управления даже биологическими процессами; это находится сейчас в фокусе исследований, ведущихся в мировых научных центрах, в том числе и в МГУ.

В конце прошлого века было экспериментально обнаружено предсказанное квантовой физикой явление нелокальности запутанных квантовых состояний. Это удивительное свойство ставит наше воображение в тупик, но — в точности подчиняется законам квантовой физики! Недавно было открыто и первое серьезное практическое применение квантовой информатики: квантовая криптография. Использование квантовых состояний для передачи информации по каналу связи позволяет создать абсолютную защиту: такой канал нельзя взломать, потому что на страже секретов стоит сама Природа. Квантовые криптографические протоколы уже работают: с их помощью защищают самые серьезные секреты в развитых странах мира. Квантовая информатика еще очень молода, но у нее — огромное будущее. Молодые люди, решившие работать в этой области, имеют хорошие шансы оставить свой след в мировой науке.