

КАК ЭТО РАБОТАЕТ?

Владислав Иваньшин



Когда-то прогнозы о компьютерах звучали так:

«Компьютер будет весить меньше 1,5 тонн».

Журнал «Популярная механика», 1949 год.

«Вряд ли кому-то придёт в голову установить компьютер дома».

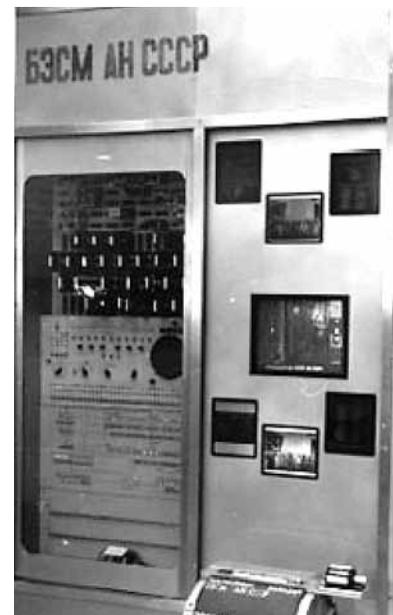
Кен Олсен, основатель

Digital Equipment Corporation, 1977 год.

Видели бы они сейчас, на что способен обычный персональный компьютер! Он может решить множество задач; например, в одно мгновение написать решение сложного уравнения или выписать 50000 знаков числа π . На небольшом ноутбуке можно проделать за несколько часов вычисления, которые нужны были в 1957 году для запуска первого искусственного спутника Земли. Тогда же на это потребовалось несколько лет работы огромной (2,5 тонны) Большой электронной счётной машины – одной из немногих советских ЭВМ того времени.

Однако есть на первый взгляд простые задачи, которые не могут быть решены современными персональными компьютерами за разумное время. Оказывается, такое привычное дело, как прогнозирование погоды, требует огромных компьютерных затрат. Дело в том, что для получения хороших предсказаний метеорологи создали различные модели поведения атмосферы и свели задачу получения прогнозов к сбору информации и решению сложных систем уравнений. Прогноз погоды на вчера никого не интересует, а значит, нужно успевать выполнять вычисления в короткие сроки.

Также существуют проблемы, которые не могут быть решены (а если и могут, никто до сих пор не знает как) иначе как полным перебором всех возможных вариантов. Например, так приходится решать некоторые практические задачи, связанные с организацией транспортных потоков. Большого количества вычислений требует и моделирование физических процессов, например, ядерных реакций. Благодаря огромной вычислительной работе в 2003 году была расшифрована значительная часть генома человека.



Часть пульта управления БЭСМ



«IBM Blue Gene», один из современных суперкомпьютеров

КАК ЭТО РАБОТАЕТ?



Процессор «Intel Celeron D»
персонального компьютера
(размером 5×5 см)

Все эти сложные задачи решаются с помощью суперкомпьютеров. Давайте поймём, за счёт чего суперкомпьютеры быстрее обычных компьютеров.

«Мозгом» компьютера, местом, где производятся вычисления, является процессор. Процессоры делают из большого числа транзисторов (одни из основных деталей в электрических схемах), объединяя их на одном кремниевом кристалле.

Даже у обычного современного домашнего компьютера процессор способен выполнять миллиарды элементарных операций (например, арифметических действий над числами) в секунду. Быстродействие процессора определяется такими его характеристиками, как количество транзисторов на кристалле и тактовая частота. Можно считать (несколько упрощённо), что одна операция занимает ровно один такт работы процессора.

Предположим, мы хотим повысить мощность компьютера. Для этого в первую очередь нужно увеличить быстродействие процессора. Можно попробовать повысить тактовую частоту. Однако каждый такт – это приход электрического импульса на кристалл, а электрический ток, как известно, нагревает проводник (в физике это явление называется законом Джоуля – Ленца). А перегрев процессора очень нежелателен. Если же попытаться наращивать число транзисторов на кристалле, то нас рано или поздно постигнет неудача. Из-за технологических ограничений нельзя изготовить транзисторы меньше определённого размера, поэтому их количество на заданной площади ограничено. Может, увеличить размеры самого кристалла, чтобы насадить побольше транзисторов? В таком случае возникает следующая проблема: сигнал не успевает дойти до нужных частей за один такт.

Таким образом, старые трюки, к которым прибегали производители компьютеров для увеличения мощностей, не дают результатов. Однако выход всё же есть. Возьмём и поместим в один корпус компьютера – а точнее, уже суперкомпьютера – много процессоров. За счёт чего такая система будет работать быстрее? Оказывается, за счёт другого способа вычислений.

Задачу, поставленную перед суперкомпьютером, теперь надо будет разбить на более мелкие подзадачи и поручить каждую своему процессору, действуя по принципу «разде-



Первый суперкомпьютер «Cray-1»
в музее компьютерной техники
в Маунтин-Вью, Калифорния

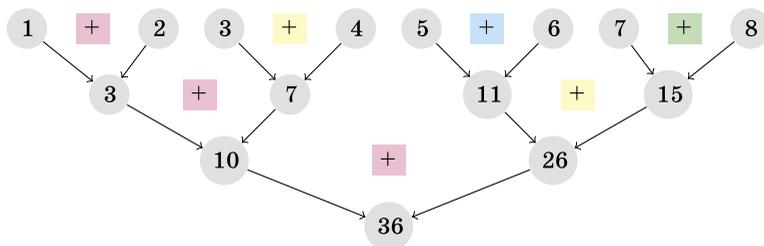
КАК ЭТО РАБОТАЕТ?

ляй и властуй». Рассмотрим следующий пример: необходимо сложить натуральные числа от 1 до 8.

Обычному компьютеру потребуется 7 действий:

$$((((((1 + 2) + 3) + 4) + 5) + 6) + 7) + 8$$

В компьютере, имеющем несколько процессоров, действия можно организовать следующим образом:



В данном случае хватит четырёх процессоров, чтобы первые четыре сложения были выполнены одновременно, после чего уже освободившиеся процессоры выполнили ещё два сложения и затем одно заключительное. (На рисунке операции, выполняемые одним процессором, отмечены одним и тем же цветом.) Выигрыш времени получился за счёт того, что часть операций проведена одновременно, или, как ещё говорят, параллельно. Как видно, во втором случае потребовалось всего 3 шага.

Мощность суперкомпьютеров принято измерять в так называемых флопах (от англ. floating-point operations per second) – количестве операций в секунду над числами с плавающей точкой. Существует специальный рейтинг Top500 самых мощных суперкомпьютеров. Для оценки мощности компьютерам предлагается на скорость решать огромные системы уравнений. В настоящее время лидирует японский «К computer» (супервычислителям принято давать имена), развивающий мощность до 10510 терафлопс, то есть 10 510 000 000 000 000 флопс. В нём 705024 процессорных ядра. Самый мощный российский суперкомпьютер «Ломоносов» установлен в Вычислительном центре МГУ и содержит 33072 процессорных ядра. Он занимает 18 место в списке Top500, показывая производительность 674 терафлопс. Для сравнения, мощный современный настольный четырёхъядерный компьютер имеет производительность порядка 0,1 терафлопс.



«К computer» – самый мощный суперкомпьютер (по состоянию на апрель 2012 г.)

