

Российские цифровые технологии

В России, как и в СССР производится много вычислительной техники. А различие между современной Россией и советской в том, что в СССР создавалось достаточно много собственных аппаратных разработок. Понятно, что речь идет не о сборке, а о полном цикле создания нового компьютера. От архитектурной идеи и производства микросхем до сборки. То есть, суть в полноценном технологическом процессе, в котором сборка – всего лишь последний и не такой уж важный этап. Собирать компьютеры можно и в Малайзии или Вьетнаме.

А сегодня имидж современной России, как страны умеющей только вязать лапти настолько сильно укоренился в массовом сознании (несмотря на космос и атомную энергетику), что появление полностью отечественной разработки в одной из самых высокотехнологичных отраслей промышленности у ряда граждан (в том числе спецов) вызвал сильнейшее недоумение и нежелание принять факт. Реакцию можно встретить самую разную, от негативного но все-таки анализа, до простого и бессмысленного хая, в лучших традициях российской технической «интеллигенции». Конструктивное мнение встретить довольно сложно, что уже само по себе говорит об предвзятости. Я же думаю страна у нас совершенно не лапотная и не вижу ничего удивительного в возможности прорыва в цифровой сфере. Поэтому, лично для меня, в появлении российского компьютера Эльбрус, собираемого в промышленных масштабах нет ничего удивительного.

Немного истории

Начнем с того, что называть Эльбрус новой российской разработкой было бы не совсем корректно. Началась эта история еще в 1969 году. В послевоенные годы помимо гонки вооружений развернулась и гонка в области создания вычислительной техники, что может быть было даже важнее количества танков и ракет.

В Советском Союзе одним из основоположников развития отечественной вычислительной техники стал академик А.С. Лебедев много лет руководивший Институтом точной механики и вычислительной техники. В этом НИИ были созданы практически все советские вычислительные машины. Здесь появилась и идея Эльбрусов в виде проекта Эльбрус 1. Главным конструктором проекта стал В. С. Бурцев. Начало работы датируется 1969 годом, а первый экземпляр новой машины был представлен госкомиссии в 1979 году.

Обратите внимание на срок разработки. Десять лет это достаточно много. И длительный срок хороший аргумент против гипотезы о краже идеи на Западе советской разведкой. Собственно если рассчитывать только на успехи разведки в пополнении научного и технологического багажа страны, то зачем было нужно десять лет труда большого института. Впрочем, вопрос риторический. Сброс всех советских достижений на разведку воруящую идеи у развитого Запада – достаточно избитый прием. Приверженцы западного приоритета основываются на том факте, что западные ученые добились серьезных успехов раньше. Это действительно так, но собственно базовые идеи архитектуры электронно-вычислительной техники – вещь общеизвестная, здесь важна реализация, отработка массы технических деталей, и я полагаю, что любая достаточно развитая национальная наука за десять лет этот путь пройти в состоянии, была бы политическая воля поставить перед наукой цель. А, как известно, политическая воля в то время у государства была.

Последующие версии Эльбруса выпускались с разбегом в несколько лет. И естественно каждая новая версия была существенно сильнее предыдущей. «Эльбрус – 2»

завершенный в середине 80 годов имел производительность в 125 млн. операций в секунду.

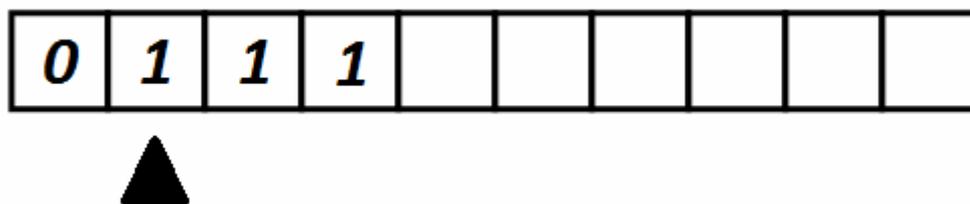
Для сравнения в 1985 году Сеймур Крэй создал суперкомпьютер CRAY – 2 производительностью порядка 1 млрд. операций с секунду. Если учесть, что Эльбрус – 2 не относится к классу суперкомпьютеров, то отставание от передового аппарата класса тяжеловесов всего лишь в 8 раз очень показательно.

Отсюда следует очевидный вывод. Линейка компьютеров Эльбрус на излете СССР была вполне конкурентоспособна с лучшими образцами западных технологий и единственно, что помешало этим компьютерам стать в один ряд с разработками Запада - это распад СССР. Впрочем, известно что СССР был страной высоких технологий во всем, что не касалось ширпотреба.

Как выяснилось, в последние несколько лет, Эльбрус не превратился в памятник советским технологиям, и проект получил дальнейшее развитие на современной элементной базе уже в России. Российская компания МЦСТ выпускающая большой объем цифровой техники, регулярно обновляет и совершенствует Эльбрусы. Пока для государственных нужд, военной отрасли, других ключевых областей. Купить Эльбрус частному лицу пока либо сложно, либо невозможно, но думаю это вопрос времени. Но компьютер есть, а значит и есть смысл обсудить его перспективы.

Архитектура процессора. Эльбрус или Сетунь

Архитектура то есть общее устройство компьютеров, как самых первых, так и современных вполне укладывается в модели описываемые машиной Тьюринга или машиной Поста. Это гипотетические, никогда не существовавшие машины в которых заложен основной принцип управления вычислительным устройством. Машину Тьюринга можно представить как множество машин Поста. А машина Поста – это бесконечно длинная лента, разбитая на ячейки, в которые можно записывать ноль или единицу. Выполняет эту запись каретка,двигающаяся вдоль ленты под управлением программы. Картинка ниже



Вот, что такое, по сути, современный компьютер. Все отличия между моделями можно свести к объему памяти и скорости обработки информации. На машине Поста видно важнейшее и принципиальнейшее ограничение. Любая ячейка памяти может находиться только в двух состояниях 1 (включено) и 0 (выключено).

Что это означает? Число ДВА в десятичной системе представлено одним знаком – 2. В двоичной, уже двумя $10 = 1*2^1 + 0*1^0$. Грубо говоря, для двоичного представления чисел необходимо больше памяти, не в два раза конечно, но больше. Кроме того, увеличивается и время на обработку. Есть такое понятие – разрядность. Оно означает следующее. Если говорят, что процессор 8-разрядный, то этот процессор одномоментно может обработать 8 бит информации (например, такое машинное слово 10010101). А это означает, что компактность информации прямо влияет на скорость. Для обработки 16 бит потребуется два такта работы.

Решить эту проблему можно двумя способами. Во-первых, увеличивая длину машинного слова процессора. 16 – разрядный процессор способен обработать 16 бит уже за один такт.

Но можно пойти и другим путем, если вместе с разрядностью процессора переходить к системам счисления по большему основанию. Правда на этом пути есть проблема не математического, а технического характера. Двоичная система счисления легла в основу современных компьютеров не случайно. Она отражает наши технологические возможности. Первый аппаратный элемент ЭВМ – радиолампа могла находиться в двух состояниях – пропускает ток или не пропускает. То же самое можно сказать и о современном аппаратном элементе транзисторе. Создание устройств различающих не два состояния а три (например, нулевое – не пропускает ток и два состояние пропускающих ток определенного уровня) представляет собой серьезную техническую задачу.

И эта задача была решена примерно в середине прошлого века, то есть на заре развития компьютерной техники в США и в СССР. В 1959 году под руководством Николая Петровича Брусенцова в МГУ был создан первый и последний советский троичный компьютер «Сетунь».

К сожалению, этот проект, как и американский не получил развития, но не по причине теоретической безперспективности. Практическая жизнь требовала быстрых и простых аппаратов, а в плане простоты реализации троичный компьютер серьезно уступает двоичному. Кроме того, взрывной рост производительности двоичных машин поставил под сомнение необходимость качественно новых подходов. Видимо и сегодня к этому проекту возврата уже нет, так как трехзначная арифметика все же будет уступать по своим возможностям создаваемым квантовым компьютерам.

Это к вопросу, почему Эльбрус, а не Сетунь. Все же продукция МЦСТ это классический компьютер, работающий на двоичной логике. В чем преимущества и недостатки российского процессора

Макро-архитектура или количество транзисторов

Двоичная, троичная логика это своего рода нижний уровень архитектуры. Верхний уровень, это грубо говоря наличие в корпусе процессора различных устройств. Процессорных ядер, регистров памяти, кэш-памяти, и т.д. Собственно сейчас соревнование между различными процессорами идет в усложнении этой внутренней структуры, но до сих пор главный показатель - это количество транзисторов на одном кристалле микросхемы.

Транзистор – это базовый элемент, выполняющий все логико-арифметические операции процессора. Это означает, что чем больше транзисторов в процессоре, тем последний, более производителен. Естественно, наращивать количество транзисторов за счет увеличения самого процессора не выход. Единственно возможный путь развития – это миниатюризация самого транзистора. Первые транзисторы были намного меньше первых компьютерных элементов – радиоламп, однако все же достаточно велики. Решительный прорыв произошел с появлением микросхем, то есть кристаллов с заданной структурой, состоящей из транзисторов. Проще говоря, транзисторы научились выращивать. И вопрос миниатюризации свелся к технологическим возможностям размещать на одном кристалле как можно больше транзисторов.

Этот фактор – плотность размещения транзисторов - один из главных в борьбе за технологическое превосходство. И здесь Советский Союз был не в последних рядах. Первая советская микросхема была создана в 1961 году в Таганрогском радиотехническом институте. При условии, что сама идея выращивания кристалла с заданными радиотехническими свойствами была выдвинута только в 1952 году, срок реализации можно считать выдающимся достижением советской инженерии. Но это достижение

советских инженеров. Посмотрим, что россияне могут предъявить в борьбе с Западом, для чего просто сравним параметры лучших образцов микропроцессорной техники мирового гиганта Intel и МЦСТ.

Параметр первый. Частота работы процессора

Этот параметр говорит о том, насколько быстр процессор. Здесь мы от Intel отстаем и довольно сильно. Эльбрус в 2015 году подобрался к частоте 1,5 ГГц. Интеловские процессора в том же году имели частоту в районе 4 ГГц. Сегодня Интел подошла к 5 ГГц и практически уперлась в этот потолок. Эльбрус продолжает увеличивать скорость примерно на 0,5 ГГц в год. А значит есть возможность догнать и тоже упереться в потолок.

Параметр второй. Количество ядер процессора

Для частоты работы процессора видимо есть граница обусловленная фундаментальным потенциалом технологии выращивания микросхем. Поэтому Интел и уперлась в потолок. Надо полагать, что Эльбрус Интел догонит, и также упрется в некую магическую цифру. Поэтому более серьезный фактор, позволяющий продолжать гонку скоростей – это количество ядер, для распределенных вычислений. И здесь Эльбрус отстает от Интел, но уже немного. Отличие на два ядра (а отличие примерно такое) это действительно не слишком серьезное отставание.

Параметр третий. Плотность размещения транзисторов на кристалле

Этот параметр я поставил на третье место, хотя наверное он главный. Чем больше транзисторов можно разместить на кристалле, тем более сложную логику кристалл сможет поддерживать, тем большую частоту этот кристалл обеспечит и тем большее количество ядер на нем можно разместить. Итак, этот параметр главный. Естественно плотность транзисторов в продукции российских производителей микросхем ниже, в том числе и в продукции МЦСТ. Однако и здесь более важна тенденция, а не текущее положение дел. А тенденция такова: в 2021 году модели Эльбруса получают чипы с уровнем миниатюризации 16 Нм (нанометров). К этому году Интел планирует выпустить чипы на 10 Нм, а компания AMD на 7 Нм. Соответственно различие в размерах транзисторов дает и различие в их количестве на единицу объема. Но за 4 года МЦСТ смогла увеличить плотность в четыре раза. Естественно со стартового уровня скачок и должен быть значительным. Лидерам увеличивать плотность сложнее с каждой новой цифрой. А значит можно ожидать, что российские компьютеры догонят западные образцы в обозримом будущем, после чего и в нашей отрасли начнется торможение.

В заключение

Критики отечественного компьютера Эльбрус безусловно правы указывая на догоняющий характер борьбы Эльбруса с цифровыми гигантами Запада. Но это не более чем констатация имеющегося состояния, а не диагноз нашего интеллектуального уровня. Между прочим, уступать Западу в этой области совершенно не стыдно. Не надо забывать, что Западная цивилизация это огромная научная и промышленная мощь. И если Россия способна двигаться вперед догоняя Запад, это нам плюс, а не минус.

Нет и особых сомнений в том, что догоним. Технология выращивания кристаллов – ключевой пункт развития компьютерной техники имеет естественные ограничения. Увеличивать плотность транзисторов в единице объема до бесконечности нельзя. И российские разработки упрутся в верхний потолок, точно также как и западные, вопрос только во времени. Они зайдут в тупик немного раньше, российские ученые и инженеры немного позже, вот и вся разница. **А реальное соперничество этого столетия развернется в борьбе за приоритет в создании квантового компьютера, но это уже совсем другая история.**