**Вступление:**

– Здравствуйте мы команды Elbrus, студенты факультета физики и информационных технологий.

– Мы обучаемся на специальности Программируемые Мобильные Системы и один из наших основных предметов связан с изучением архитектуры микроконтроллеров.

– Именно поэтому мы хотим вам рассказать о Российской разработке - процессорах Elbrus.

**История:**

– Архитектуру компьютера “Эльбрус” начали разрабатывать в 1970-х. Разработчики должны были создать вычислительную систему с производительностью 100 млн операций в секунду.

– В 1980 г. «Эльбрус-1» успешно прошел государственные испытания. Его производительность составляла 15 млн операций в секунду. Это была первая ЭВМ в Советском Союзе, построенная на базе Транзисторно-транзисторных микросхем (Transistor-transistor microcircuit).

– Масштабируемая архитектура стала особенностью этой ЭВМ. Она поддерживала одновременную работу до 10 процессов.

– Затем был создан “Эльбрус-2”. Он был построен на базе микросхем с Эмиттерно-связанной-логикой. Этот процессор запустили серийное производство.

– “Эльбрус-2” имел производительность 125 млн операций в секунду, оперативную память 144 Мб и тактовую частоту 20 Мгц.

– Инженеры работали над процессором “Эльбрус-3” с 1986 по 1994 год.

В нем они реализовали суперскалярный подход. В разработке участвовал советский ученый Борис Арташесович Бабаян.

– Эльбрус-3» не был выпущен в серийное производство. Но его архитектура использовалась для создания микропроцессоров “Эльбрус-2000” и “Эльбрус-3М1”.

**Технические характеристики:**

– Процессоры Эльбрус имеют VLIW (Very Long Instruction Word) архитектуру. Это означает, что компилятор lcc анализирует исходный код программы при компиляции, определяет зависимости между командами и формирует широкие командные слова

– В одном слове может содержаться 23 действия. Они будут выполняться одновременно. Если использовать SIMD (Single Instruction Multiple Data), то это число действий может увеличиться до 33 и более.

– Команды исполняются параллельно и используют все 6 арифметико-логических устройства. Это возможно благодаря оптимизирующему компилятору. Работа компилятора снижает электропотребление до 45 Вт.

– Производительность вычислительных систем возрастает благодаря одновременному выполнению нескольких команд независимо друг от друга.

– Процессоры с такой особенностью называются ILP-процессорами. ILP - Instruction Level Parallelism.

– Эти процессоры строятся на двух архитектурах: суперскалярной архитектуре или (Very Large Instruction Word) VLIW архитектуре

Принцип работы суперскалярной архитектуры основан на динамическом планировании исполнения команд ядром процессора, что требует дополнительных вычислительных ресурсов, способных в течение наносекунд выбрать оптимальное решение по распределению команд. В VLIW-процессорах планирование исполнения команд отводиться компилятору. Такие процессоры сразу получают длинные командные слова, в которых все исполняемые инструкции заблаговременно распараллелены. При использовании VLIW-процессоров можно добиться большей производительности, поскольку при статическом анализе компилятор использует мощные вычислительные ресурсы и не имеет существенных ограничений по времени подготовки команд.

Таким образом, VLIW-процессор может обрабатывать несколько инструкций за один такт и при меньшей тактовой частоте работать эффективнее процессоров с суперскалярной архитектурой. Например, процессоры с архитектурой Эльбрус имеют шесть каналов арифметико-логических устройств (АЛУ) работающий параллельно. Использование широкого командного слова позволяет выполнять в одном такте до 23 операций. В то же время в суперскалярном процессоре пределом является одновременное исполнение 7-8 команд. Это максимальное количество операций при динамическом планировании вычислительного процесса не приводящее к многократному усложнению микропроцессора.

Совместимость с программным обеспечением, написанным для архитектурых86, достигается системой динамической трансляции кодов. При ее работе создается виртуальная машина, в которой работает гостевая операционная система. Многоуровневая оптимизация позволяет достичь высокой скорости работы оттранслированного кода, что подтверждается запуском на платформе Эльбрус более 20 операционных систем, в том числе нескольких из семейства Windows.

Если развитие вычислительной техники в отдаленном будущем связывают с квантовыми компьютерами, то в ближайшей перспективе рост производительности можно обеспечить за счет распараллеливания вычислений. Архитектура Эльбрус построена по этому принципу и хорошо подходит под актуальные задачи цифровой обработки голосовых и видео потоков, телекоммуникации, видеоконференций и др.

Среди возможных применений серверов и рабочих станций, производимых на базе Эльбрус, называются: государственные учреждения и бизнес-структуры, требующие повышенных свойств информационной безопасности, высокопроизводительные вычисления, обработка сигналов, телекоммуникационные применения. За последнее время было создано несколько разновидностей ПК на базе процессоров «Эльбрус». К серийному производству был подготовлен персональный компьютер в форм-факторе моноблока (монитор и системный блок в одном корпусе) на базе микропроцессора «Эльбрус-8С». Моноблок получил название «Эльбрус 801М».

31 мая 2020 года компания МЦСТ опубликовала руководство по эффективному программированию на платформе «Эльбрус». Данное руководство «содержит основные материалы для обучения программированию на платформе „Эльбрус“ и применимо на любом варианте Linux-подобной операционной системы». Данное руководство предназначено для пользователей вычислительной платформы «Эльбрус», использующих или оптимизирующих свое программное обеспечение на языках C и C++. В руководстве содержится информация: ● о платформе «Эльбрус» в целом и о фирменном компиляторе LCC; ● об языке ассемблер и системе команд процессоров «Эльбрус»; ● об особенности оптимизации и технике повышения производительности программного кода на платформе «Эльбрус». Данное руководство находится в открытом доступе, его можно найти на официальном сайте МЦСТ Эльбрус.

Эльбрус – относительно **сырой** и существенно проигрывает своим конкурентам. Но с другой стороны далеко не каждая страна способна заняться разработкой собственных процессоров. Китай, например, активно разрабатывает свои процессоры Loongson. К 2020 году они обещают освоить техпроцесс 12 нанометров.