

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекция 12. Серверная подсистема ЦОД. Перспективы развития

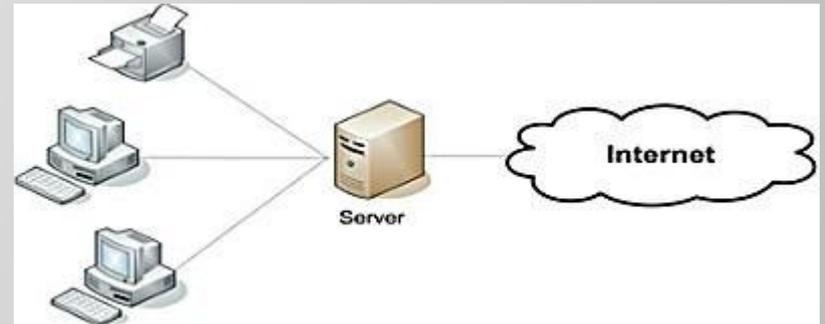
Курс лекций

Серверная компонента ИС

Сервера – важная часть аппаратной составляющей любой ИС. На серверах приложений происходит обработка запросов клиентов и вычислительные процедуры, связанные с работой самих приложений.

А что такое сервер?

Сервер - компьютер, выделенный из группы рабочих станций для выполнения какой-либо сервисной (обслуживающей сеть) задачи без непосредственного участия человека.



Сервер оптимизирован для оказания **услуг** (to serve – обслуживать) другим «клиентам» - компьютерам, принтерам, факсам и т.д.

Сервер и клиенты образуют клиент-серверную сеть, обеспечивающую централизованный доступ к информации, ресурсам, данным, Интернету, корпоративной почте и т.д.

Поскольку серверное оборудование выполняет более широкие функции, чем обычные рабочие станции, оно, как правило, комплектуется:

- супервайзером – управляющей платой;
- памятью с повышенной устойчивостью к сбоям;
- резервированием блоков питания, жестких дисков (HDD), оперативной памяти (RAM), системой охлаждения.

Одна из главных задач сервера в ИС - **выполнение вычислительных функций приложений**. Важнейшая его характеристика – это быстродействие, определяемое в значительной степени быстродействием процессора - «сердцем» любого персонального компьютера или сервера.

Центральный процессор (центральное процессорное устройство) — ЦПУ (central processing unit, CPU) — это интегральная схема, исполняющая машинные инструкции (коды программ). Долгое время единственным ресурсом повышения производительности процессоров считалось увеличение их тактовой частоты f .

Достигалось это уменьшением **длины затвора** транзисторов, составляющих элементную базу любого процессора. Чем меньше длина затвора l_z , тем меньше время пролета электрона под затвором:

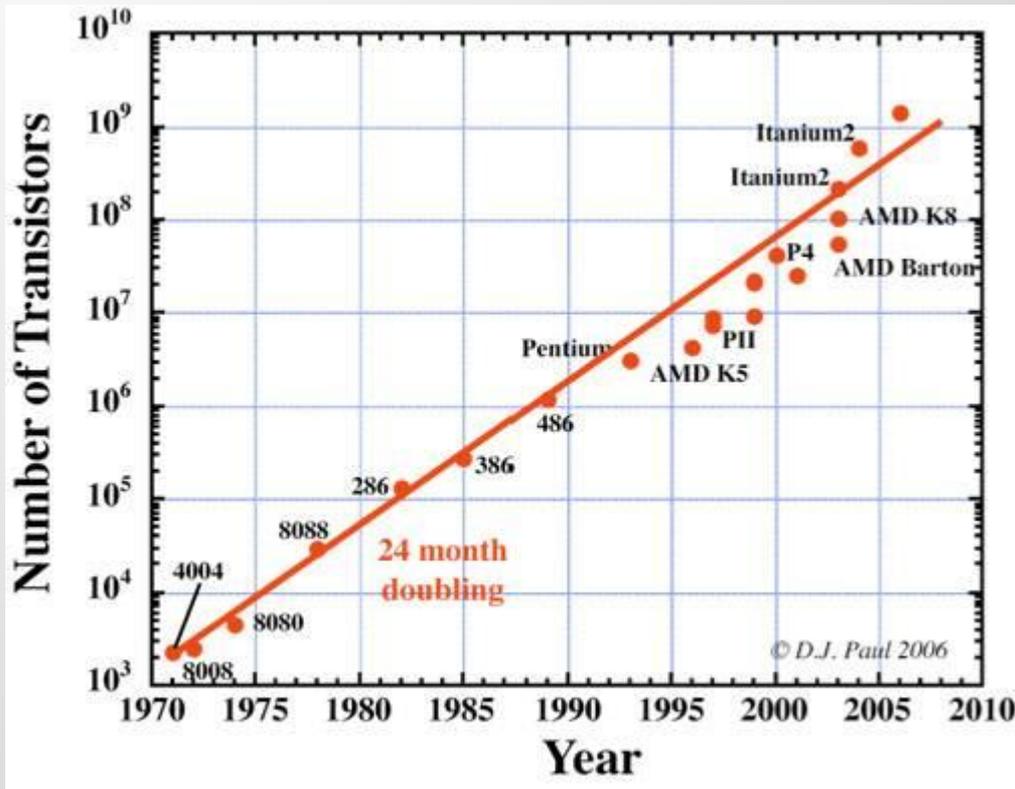
$$t_{np} = l_z / v,$$

где v – скорость электрона, и тем, следовательно, выше тактовая частота, обратно пропорциональная времени пролета:

$$f = 1 / t_{np}.$$

Именно длина затвора определяла и размер самого транзистора. Чем меньше затвор, тем меньше транзистор, а значит, тем большее число транзисторов поместится на единице площади процессора).

Закон Мура



Один из отцов-основателей INTEL

Гордон Мур (1965г.):

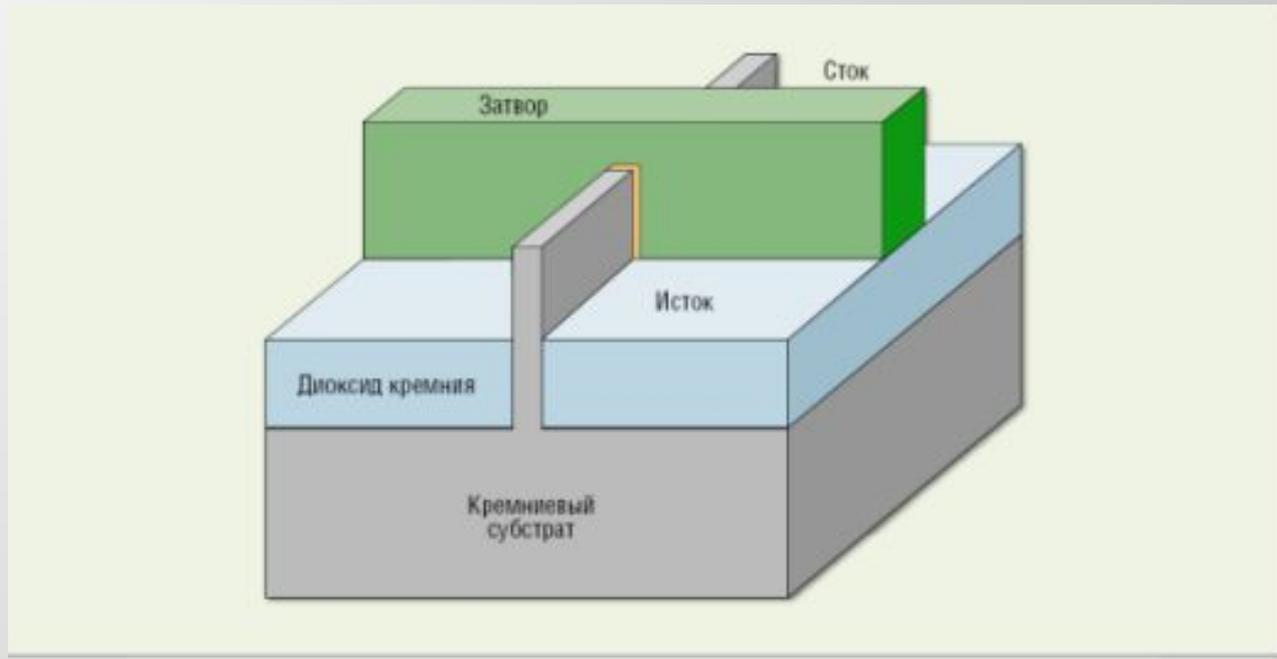
«Число ТРАНЗИСТОРОВ НА КРИСТАЛЛАХ МИКРОСХЕМ БУДЕТ УДВАИВАТЬСЯ КАЖДЫЕ ПОЛТОРА-ДВА ГОДА».

Гордон Мур (2007г.):

«ЗАКОН ВСКОРЕ ПЕРЕСТАНЕТ ДЕЙСТВОВАТЬ ИЗ-ЗА АТОМАРНОЙ ПРИРОДЫ ВЕЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ СКОРОСТИ СВЕТА».

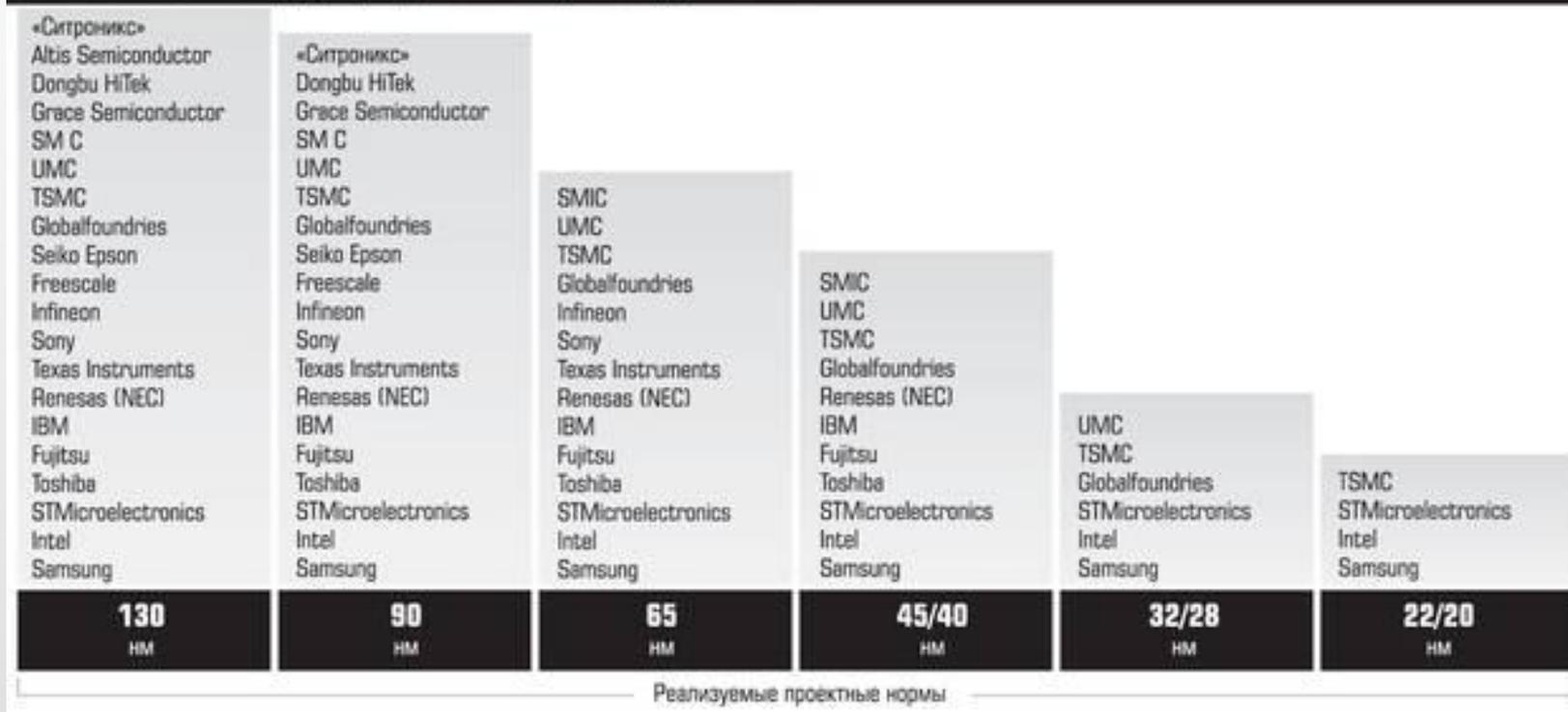
Транзисторы

ПОВЫШЕНИЕ ТАКТОВОЙ ЧАСТОТЫ – ПУТЬ ПРАКТИЧЕСКИ ИСЧЕРПАН



Intel в 2012г. перешел на процессоры с длиной затвора 22 нм на пластинах диаметром 300 мм и трехмерными транзисторами Tri-Gate, которые при одинаковом уровне производительности потребляют вдвое меньше электроэнергии, чем прежние процессоры 32 нм на «плоских» транзисторах.

Технологические лидеры разработки и производства чипов



STMicroelectronics: в 2014 перешла к размерам затвора 20 нм, а в 2015–2016-м — 14 нм.

Диаметр атома Si – 0,56 нм, т.е. на длине затвора, равной 14 нм, укладываются всего 25 атомов.

Уровень ведущего российского предприятия «Микрон-НИИМЭ» (компания «Ситроникс», г. Зеленоград) – 90 нм, планируемый уровень – 65 нм. Это соответствует первой двадцатке микроэлектронных фирм. Применение – банковские карты, микрочипы в биометрических паспортах.

Российский процессор «Эльбрус-8С»

Полностью российская разработка. Архитектура, схемотехника и топология микропроцессора спроектированы специалистами Института электронных управляющих машин (ИНЭУМ) и компании ЗАО МЦСТ.

Область применения – Министерство обороны, госучреждения.

Производится на Тайване компанией TSMC по технологии **28** нм.

Рабочая частота – 1,3 ГГц.

Число ядер – 8 (ядро – это часть процессора, осуществляющая выполнение одного потока команд).

Число транзисторов – 2,7 млрд.

Производительность (расчетная) – 250

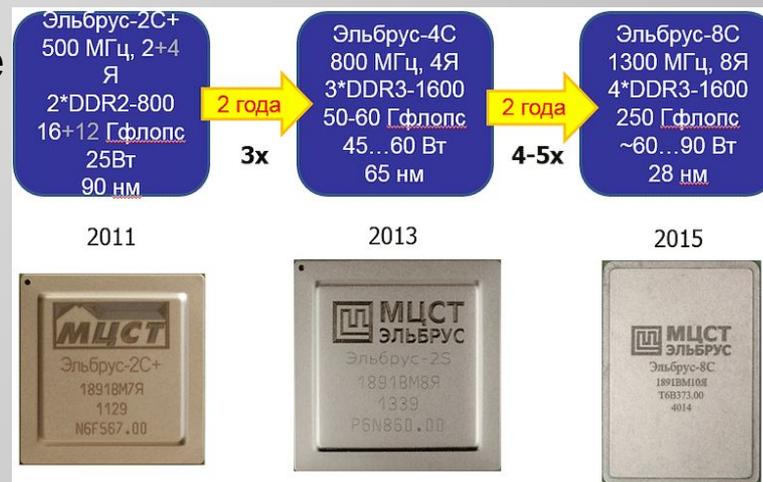
Гфлоп (250 млрд. операций в секунду).

Intel Core i7-4930K с частотой 4,2ГГц, обладает производительностью 140 Гфлопс.

Суперскалярная архитектура – возможность выполнять на каждом ядре до 25 операций за один машинный такт.

Поддержка режима защищённых вычислений с особым аппаратным контролем целостности структуры памяти.

Собственная ОС Эльбрус на базе ядра [Linux](#).



Российский процессор «Байкал»

Производится в модификациях Baikal M и M/S для использования в коммуникационном оборудовании, средствах автоматизации (ЧПУ), персональных компьютерах и микросерверах. Процессоры строятся на 64-битном ядре Cortex A-57 британской компании ARM. Разработка компании «Байкал Электроникс», дочерней компании разработчика суперкомпьютеров ОАО «Т-Платформы» по заказу Минпромторга РФ.

Область применения – Министерство обороны, госучреждения (ежегодная потребность до 700 000 компьютеров и 300 000 серверов).

Производится на Тайване компанией TSMC по технологии 28 нм.

Число ядер – 8.

Рабочая частота – 2 ГГц.

Архитектура - суперскалярная.

ОС разрабатывается на базе свободного ПО Linux.

В 2016г. анонсирован выпуск 16-ядерного процессора по технологии 16 нм.

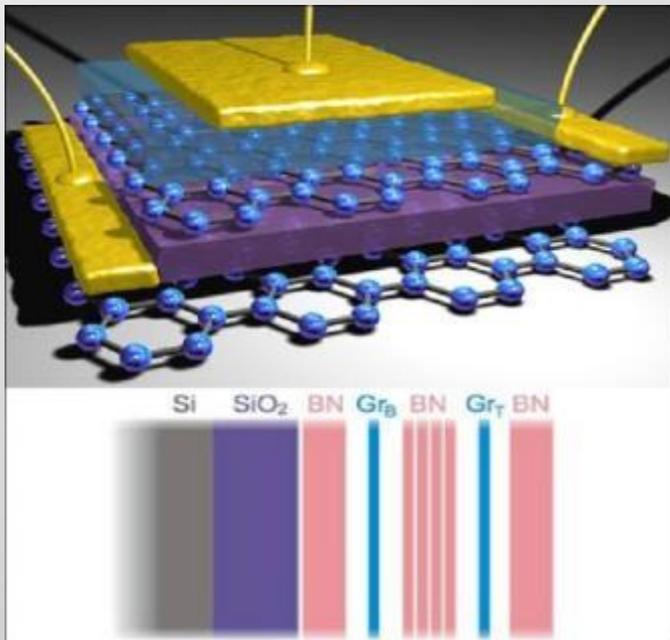
Компания Lenovo сообщила о планах выпустить компьютеры на процессоре Baikal.



Если нельзя уменьшить длину затвора, попробуем увеличить скорость электрона.

Для этого есть следующие пути:

- ОХЛАЖДЕНИЕ ПРОЦЕССОРА (жидкий азот, эффект Пельтье);
- ПОЛУПРОВОДНИКИ С БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ И СКОРОСТЬЮ ЭЛЕКТРОНОВ (GaAs, InP, InGaAs, GaN);
- СЛОЖНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СТРУКТУРЫ – ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ С СЕЛЕКТИВНЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ (GaAs/AlGaAs);
- ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ТРАНЗИСТОРОВ (ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА).



Intel планировала перейти на транзисторы с длиной затвора 10 нм в 2016 году, возможно, на основе полупроводников A_{III}B_V.

Гейм и Новоселов – Нобелевская премия по физике 2011 года за открытие уникальных свойств графена.

Журнал «Nature Nanotechnology», январь 2013г. - вертикальный транзистор с барьером из сернистого вольфрама. Перспектива – тактовая частота до терагерц.

Квантовые компьютеры

В 1980 году советский математик Юрий Манин предложил использовать квантовые системы для производства вычислений.

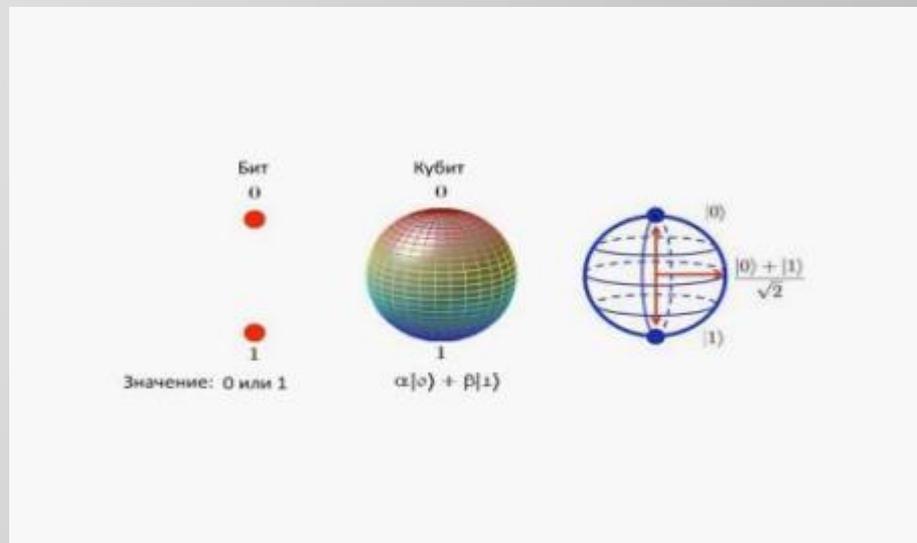
Он основывался на трех отличительных особенностях квантовой механики:

- Состояние или положение частицы определяется только с какой-либо долей вероятности.
- Если частица может иметь несколько состояний, то она и находится сразу во всех возможных состояниях. Это принцип суперпозиции.
- Процесс измерения состояния частицы приводит к исчезновению суперпозиции.

В обычных компьютерах информация и вычисления — это биты. Каждый бит — либо ноль, либо единица. Но квантовые компьютеры основаны на кубитах, а они могут находиться в состоянии суперпозиции, когда каждый кубит - одновременно и ноль, и единица. И если для какого-нибудь расчета обычным компьютерам нужно выстроить последовательности, то квантовые вычисления происходят параллельно, в одно мгновение.

Квантовые компьютеры

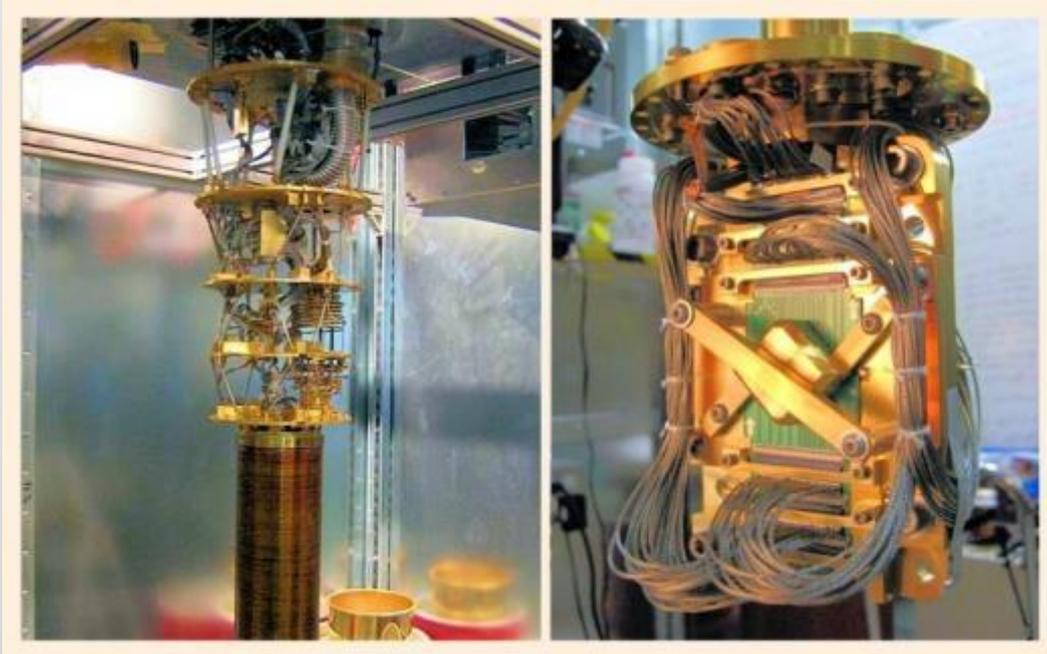
Параллельность квантовых вычислений с кубитами заключается в том, что не нужно перебирать все возможные варианты состояний системы, а это именно то, чем занимается обычный компьютер.



Поиск по большим базам данных, составление оптимального маршрута, разработка новых лекарств — лишь несколько примеров задач, решение которых способны ускорить во множество раз квантовые алгоритмы. Это те задачи, где для поиска правильного ответа нужно перебрать огромное количество вариантов.

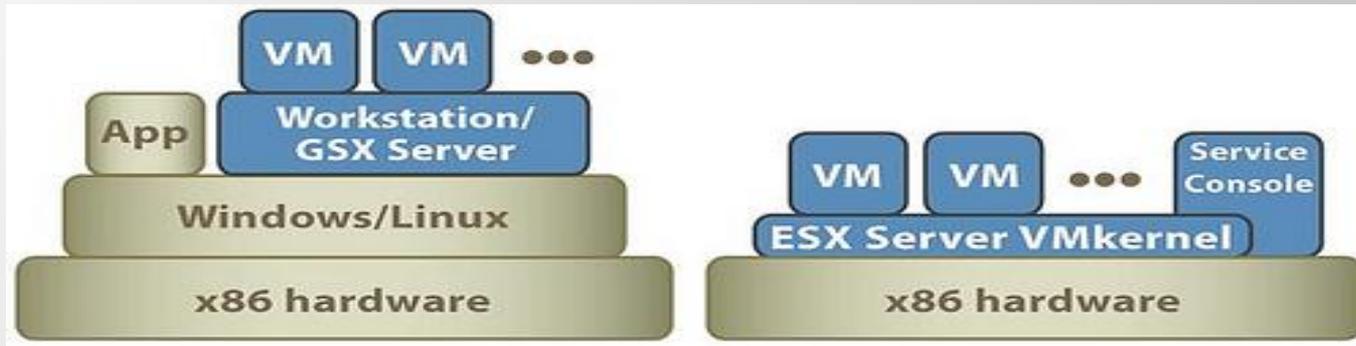
Квантовые компьютеры

18 июля 2017г. физики из России и США совместно разработали и протестировали самый мощный в мире квантовый компьютер, основой которого является 51-кубитный чип.



Группа, руководителем которой является один из основателей Российского квантового центра Михаил Лукин, работающий в Гарварде, обошла команду Google, которая всё ещё работает над созданием 49-кубитного чипа.

Виртуализация серверов



На первом этапе виртуализация осуществлялась двумя путями: “hosted” и “bare-metal”. В первом случае для запуска виртуальных машин использовалась базовая операционная система (Windows, Linux), а во втором - на “голом железе” запускался так называемый **гипервизор**, поверх которого создавалось необходимое число виртуальных машин.

Именно второй путь, наиболее полно воплощенный фирмой VMWare, сейчас наиболее распространен.

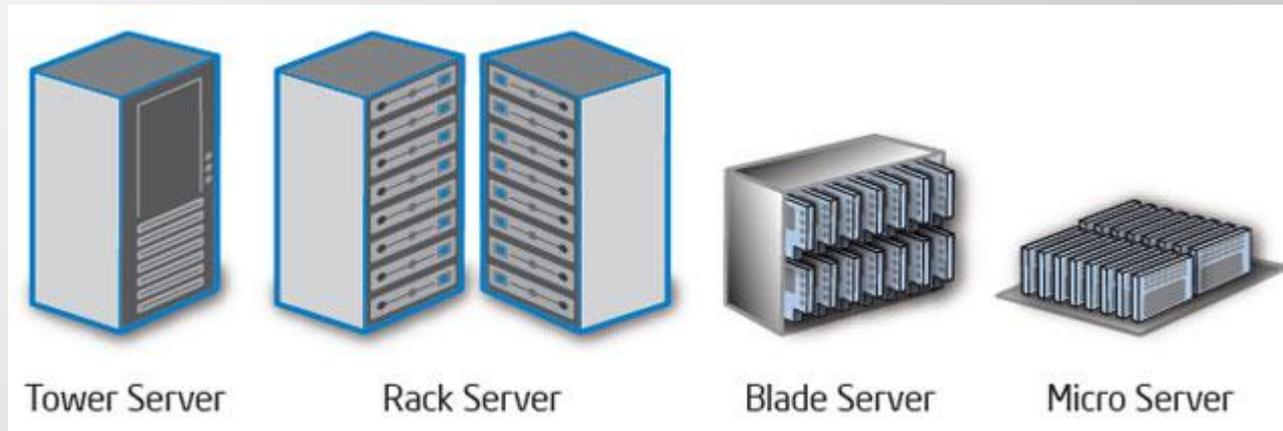
Особенности:

- на одном компьютере или сервере создается несколько т.н. виртуальных машин, в каждой из которых может быть своя среда - ОС, приложения, настройки и т.п.
- эти машины абсолютно изолированы друг от друга и ведут себя как обычные физические компьютеры.
- виртуальные машины по заданным правилам сами и без прерывания сессии пользователей «переезжают» с одного сервера на другой, всегда обеспечивая максимальную производительность и функциональность ЦОД в целом.

Достоинства виртуализации

- ✓ **увеличение коэффициента использования аппаратного обеспечения** - загруженность серверов повышается с 15-20 до 80%, что позволяет экономить на «железе»;
- ✓ **уменьшение затрат на замену аппаратного обеспечения** - виртуальные сервера отвязаны от конкретного оборудования и при обновлении парка физических серверов не требуется повторная установка и настройка программного обеспечения;
- ✓ **обеспечение высокой доступности** - восстановление из резервных копий виртуальных машин занимает меньше время и является более простой процедурой;
- ✓ **повышение управляемости серверной инфраструктуры** - существует ряд продуктов управления виртуальной инфраструктурой, позволяющих централизованно обеспечивать балансировку нагрузки и «живую» миграцию.
- ✓ **экономия на обслуживающем персонале** - необходимо меньше число обслуживающих специалистов, хотя, возможно, более высокой квалификации;
- ✓ **экономия на электроэнергии** – расходы включают в себя расходы на электропитание как самих серверов, так и системы охлаждения.

Эволюция серверных систем. Блейд-серверы.



Одноюнитовый сервер и блейд-сервер высокой производительности компании Dell.



Особенности блейд-серверов:

- отсутствие кабельных соединений;
- возможность «горячей» замены;
- наличие специализированных модулей;



Достоинства блейд-серверов:

- наилучшее решение с точки зрения масштабируемости (защита инвестиций), но только для продукции одного вендора и в пределах жизненного цикла оборудования;
- каждый блейд-сервер может работать над своей вычислительной задачей, разные модули могут работать под разными ОС;
- хорошее системное ПО для управления ресурсами, разделения нагрузок, горячей замены;
- низкая стоимость обслуживания;
- относительно невысокая стоимость (отнесенная на единицу производительности);
- низкое энергопотребление и, как следствие, пониженные расходы на кондиционирование.



Стойка блейд-серверов

Технологии повышения эффективности серверов

1. **Увеличение мощности и плотности оборудования** – переход к многоядерным процессорам и многопроцессорным серверам. Отсюда более простое управление, снижение потребляемой мощности и тепловыделения.
2. **Объединение многоядерных процессоров с управлением электропитанием** – снижение мощности электропитания слабо загруженных элементов (Intel Xeon – производительность в 2-4 раза выше на ватт потребляемой мощности).
3. **Использование более производительных конвейеров** – выполнение большего числа команд за такт работы процессора (Intel Xeon 5100 - каждое ядро выполняет 4 команды одновременно).
4. **Эффективное использование кэш-памяти** - одно из исполняющих ядер может при простое другого ядра использовать всю кэш-память процессора (Intel Xeon 5100).
5. **Динамическое управление питанием в ЦОД** - ПО Intel планирования заданий, распределяющего нагрузку с учетом температуры серверов.
6. **Перенос на процессорный уровень задач, решавшихся на уровне ПО** - встроенная поддержка виртуализации и инструментов управления (хранение паролей, ключей, цифровых сертификатов и аутентификации) в процессорах x86 разработки Intel AMD).