

Основные компоненты вычислительных машин

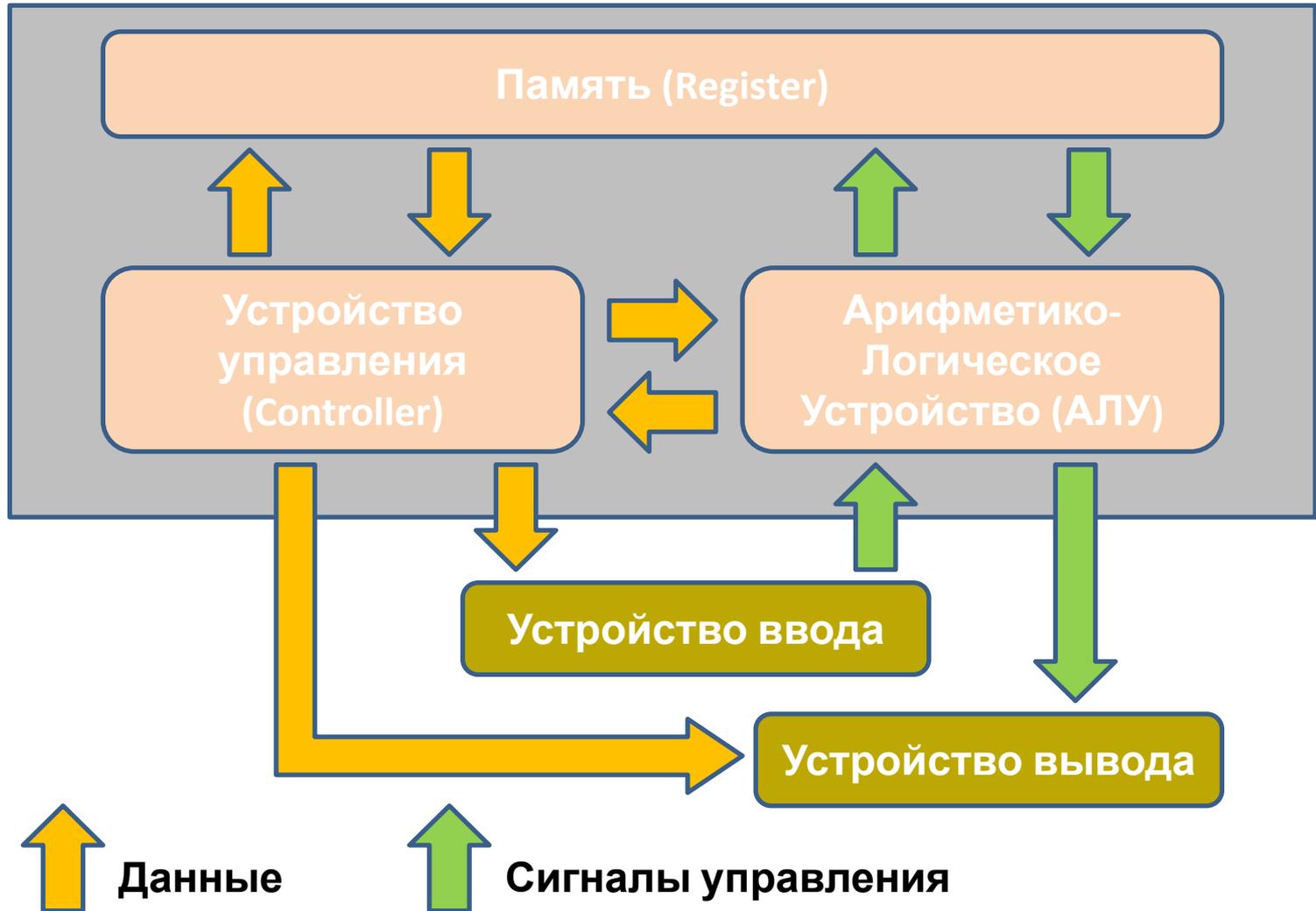


Что такое ЦПУ?

Центральный процессор (ЦП или центральное процессорное устройство — ЦПУ; *central processing unit, CPU*) — электронный блок либо интегральная схема, исполняющая машинные инструкции, является главной частью аппаратного обеспечения компьютера. Также ЦПУ называют *микروпроцессором* или просто *процессором*.

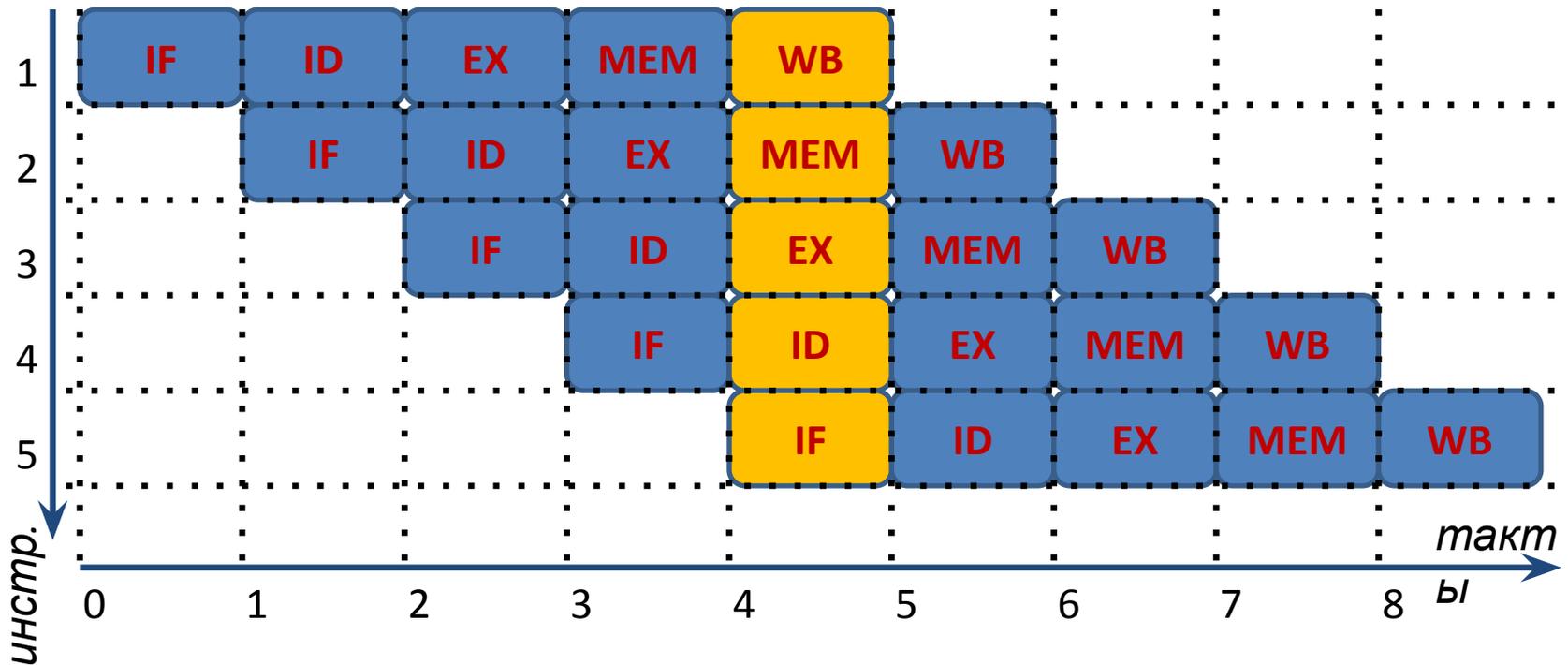


Архитектура фон Неймана



Вычислительный конвейер

Простой пятиуровневый конвейер RISC-процессора



IF (англ. *Instruction Fetch*) — получение инструкции

ID (англ. *Instruction Decode*) — декодирование инструкции

EX (англ. *Execute*) — выполнение

MEM (англ. *Memory access*) — доступ к памяти

WB (англ. *Register write back*) — запись в регистр

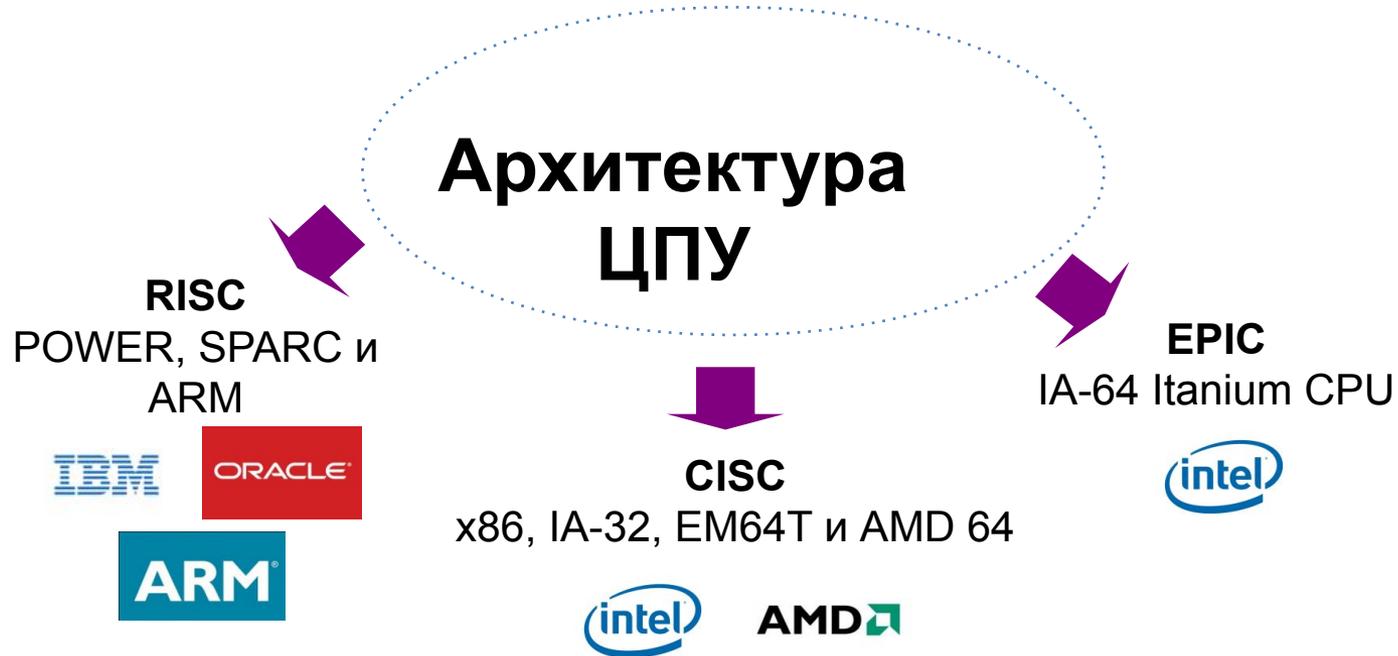
Суперскалярность

Суперскалярность - это архитектура вычислительного ядра.

Суперскалярная архитектура позволяет выполнять нескольких машинных инструкций за один такт процессора путем увеличения числа исполнительных устройств. Эта технология существенно увеличивает производительность. Но существует предел числа исполнительных устройств, при превышении которого прироста производительности практически нет.

Если команды, обрабатываемые конвейером, не противоречат друг другу и одна не зависит от результата другой, то ядро исполняет их параллельно.

Архитектура ЦПУ



RISC (*Reduced instruction set computer*) — процессорная архитектура с упрощённым набором команд.

CISC (*Complex instruction set computer*) — процессорная архитектура со сложным набором команд.

EPIC (*Explicitly parallel instruction computing*) — процессорная архитектура с явным параллелизмом команд.

Кэш процессора

Кэш процессора — кэш (сверхоперативная память), используемый процессором компьютера для уменьшения времени доступа к оперативной памяти. Является верхним уровнем в иерархии памяти.

Различают кэши 1-, 2- и 3-го уровней (L1, L2 и L3).

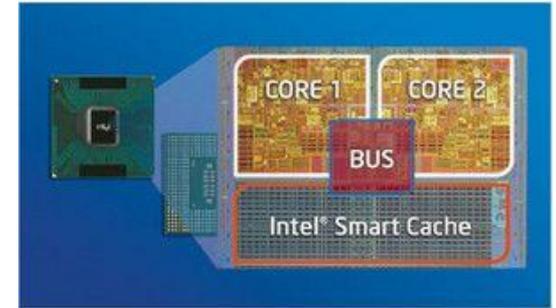
Кэш L1 имеет наименьшие время доступа и размер.

Кэш L2 имеет большее время доступа по сравнению с кэш L1, но значительно больше его по размеру.

Кэш L3 — это самый объёмный и самый медленный кэш. Но и он существенно быстрый, чем оперативная память.

Многоядерные процессоры

Многоядерный процессор — центральный процессор, содержащий два и более вычислительных ядра на одном процессорном кристалле или в одном корпусе.



Суперскалярность не используется, так как она реализована самим наличием нескольких ядер в процессоре.

Широко применяется технология SMT для поочередного исполнения нескольких потоков для каждого ядра, создавая иллюзию нескольких «логических процессоров» на основе каждого ядра.

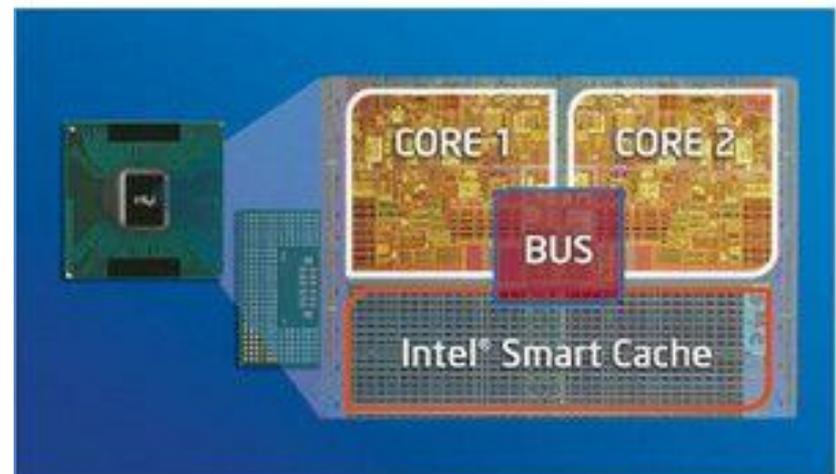
Первым многоядерным микропроцессором стал POWER4 от IBM, появившийся в 2001 году и имевший два ядра.

Многоядерные процессоры

Многоядерные процессоры можно подразделить по наличию поддержки общей кеш-памяти между ядрами. Бывают процессоры с такой поддержкой и без неё.

Способ связи между ядрами:

- разделяемая шина
- сеть (Mesh) на каналах точка-точка
- сеть с коммутатором
- общая кэш-память



Микроархитектура ЦПУ

Микроархитектура ЦПУ (англ. *microarchitecture*) — это способ, которым данная архитектура набора команд (АНК) реализована в процессоре.

Каждая АНК может быть реализована с помощью различных микроархитектур.

На протяжении всего развития микроархитектура она была неразрывно связана с тех. процессом производства ЦПУ.

Intel® Core™ Microarchitecture		Codename Nehalem		Codename Sandy Bridge		Microarchitecture Codename Haswell	
Mero m	Penr yn	Nehale m	Westm ere	Sand y Brid	Ivy Brid ge	Hasw ell	Futu re
65n m New Micro-architect ure	45n m New Process Technology	45n m New Micro-architect ure	32n m New Process Technology	32n m New Micro-architect ure	22n m New Process Technology	22n m New Micro-architect ure	14n m New Process Technology
TOC K	TIC K	TOC K	TIC K	TOC K	TIC K	TOC K	TIC K

Разъём ЦПУ (Socket)

Разъём ЦПУ (Socket) — гнездовой или щелевой разъём в материнской плате, предназначенный для установки в него ЦПУ.

Использование разъёма вместо непосредственного припаивания ЦПУ на материнской плате упрощает замену процессора для модернизации или ремонта компьютера, а также значительно снижает стоимость материнской платы.

Каждый socket допускает установку только определённого типа ЦПУ. С другими типами ЦПУ разъёмы несовместимы.

На физическом уровне, разъёмы отличаются количеством и типом контактов.

Нормы литографического процесса

Технологический процесс ЦПУ — технологический процесс изготовления ЦПУ. Он состоит из набора технологических и контрольных операций.

В производстве ЦПУ применяется литографическое оборудование. Разрешающая способность этого оборудования определяет название техпроцесса.

Совершенствование технологий и пропорциональное уменьшение размеров п/п структур улучшают характеристики ЦПУ (размеры, энергопотребление, рабочие частоты).

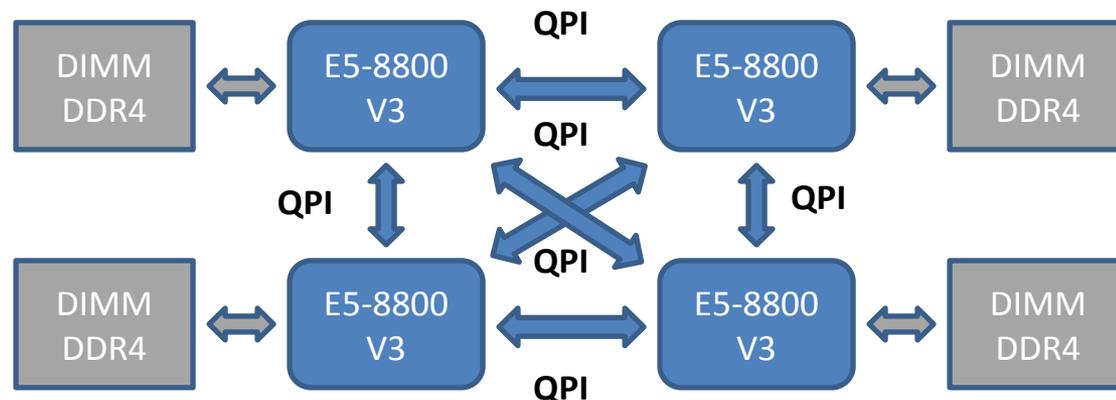
На текущий момент самым распространённым тех. процессом для производства ЦПУ является 22нм и уже стартовал переход на 14нм.

Базовая частота процессора

Базовая (тактовая) частота процессора — это скорость открытия/закрытия транзисторов процессора. Базовая частота процессора является рабочей точкой, где задается расчетная мощность (TDP). Частота измеряется в гигагерцах (ГГц) или миллиардах вычислительных циклов в секунду.

Интерфейс QuickPath (QPI)

QuickPath, сокр. QPI — высокопроизводительная последовательная кэш-когерентная шина типа точка-точка для соединения между процессорами и внутри процессора для связи ядер, контроллеров оперативной памяти и PCI-Express, разработанная фирмой Intel. Может также применяться для связи процессора с чипсетом.



Контроллер памяти (1)

Контроллер памяти — цифровая схема, управляющая потоком данных к процессору от оперативной памяти. Может представлять собой отдельную микросхему или быть интегрирована в более сложную микросхему, например, в северный мост или же в сам ЦПУ.



Контроллер памяти (2)

В современных серверных платформах используются ЦПУ с интегрированным контроллером памяти. В бюджетных пользовательских системах контроллер как правило интегрируется в чипсет (микросхему северного моста).



Энергопотребление и рабочая температура ЦПУ

С технологией изготовления ЦП связано его энергопотребление.

Первые x86 процессоры потребляли единицы ватта. Увеличение количества транзисторов и повышение тактовой частоты привело к росту данного параметра. Сегодня ЦПУ потребляют 130 и более ватт.

Большинство ЦПУ работоспособны при температуре 75 - 85 С°. Данный порог считается максимально допустимой температурой. У каждой модели ЦПУ порог свой.

При температуре, превышающей максимально допустимую, возможны ошибки в работе или зависание системы. В отдельных случаях возможны необратимые изменения в самом ЦПУ.

Защита от перегрева ЦПУ

Температура процессора зависит от его загруженности и от качества теплоотвода.

Многие современные ЦПУ могут обнаруживать перегрев и ограничивать собственные характеристики в этом случае.

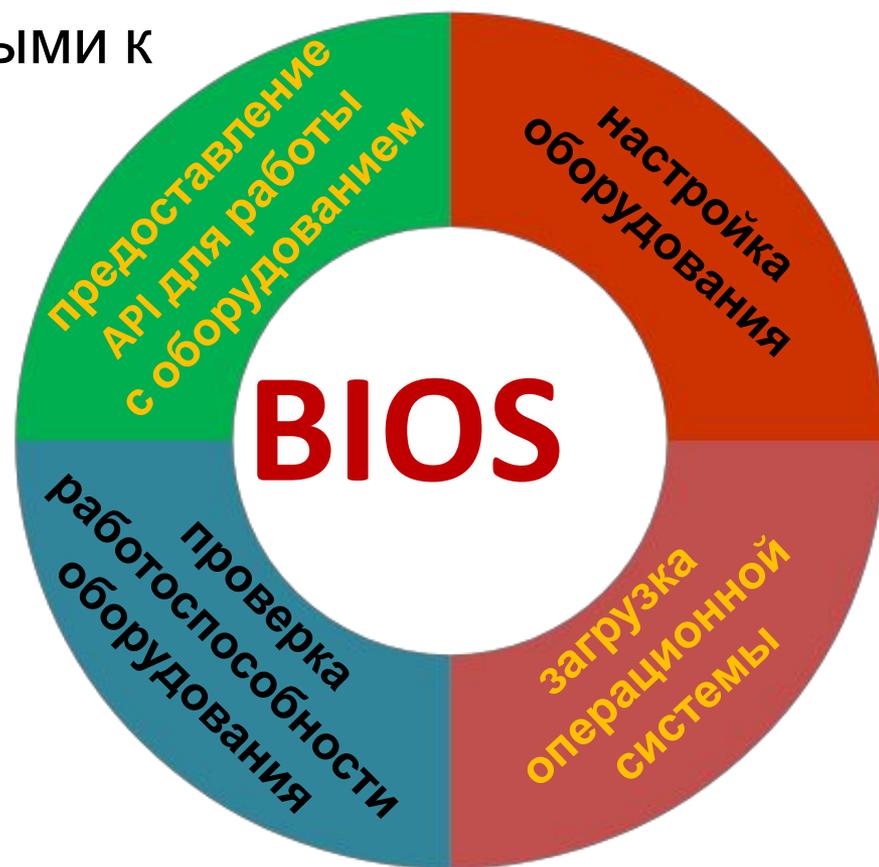
Для измерения температуры процессора в области центра крышки ЦПУ устанавливается датчик температуры.

В ЦПУ Intel датчик температуры — термодиод или транзистор с замкнутыми коллектором и базой в качестве термодиода, в ЦПУ AMD — терморезистор.

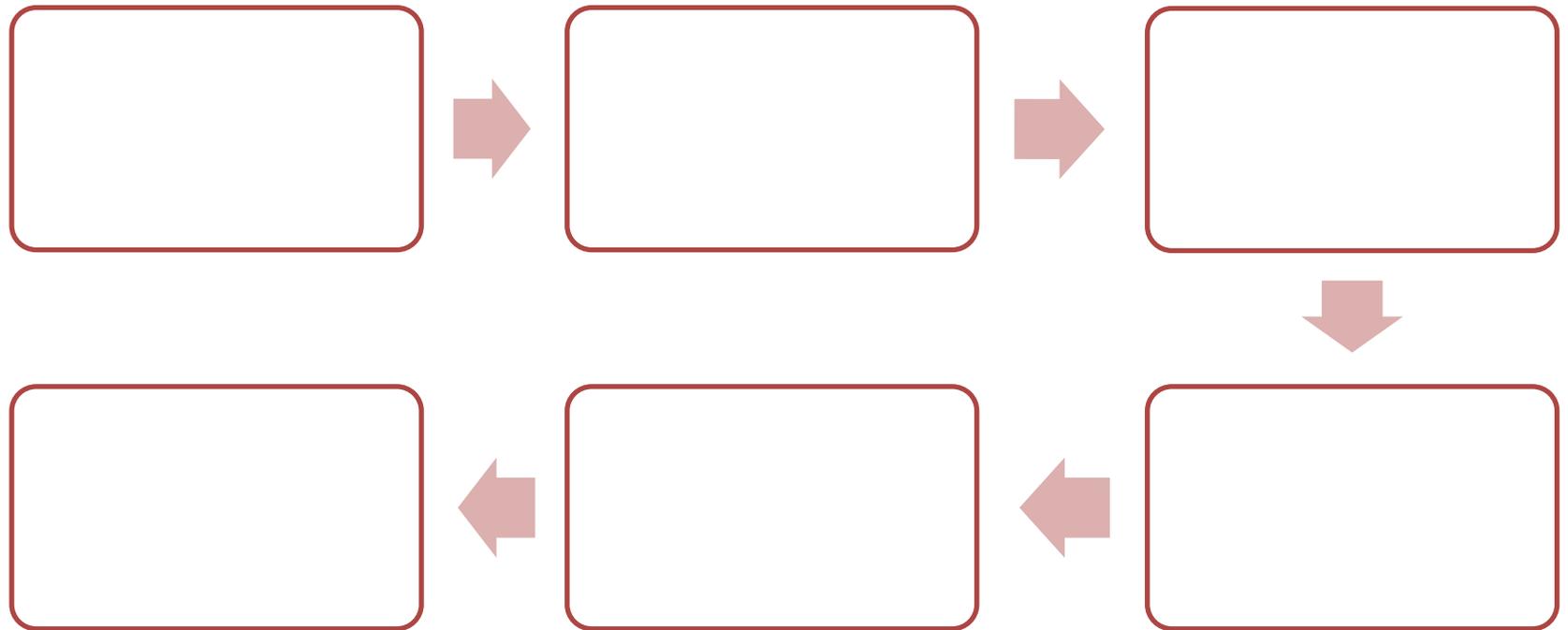
Для теплоотвода от микропроцессоров применяются пассивные радиаторы и активные кулеры.

Что такое BIOS?

BIOS (basic input/output system — «базовая система ввода-вывода») — набор микропрограмм, реализующих API для работы с аппаратурой компьютера и подключёнными к нему устройствами, которая хранится на специализированной ROM микросхеме.



Этапы работы BIOS

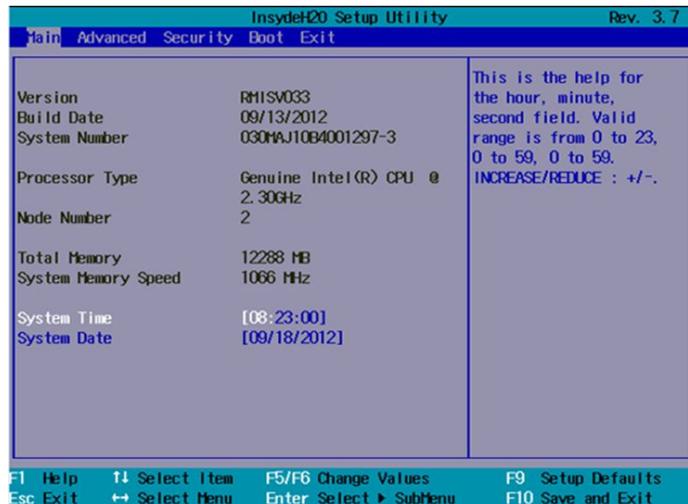
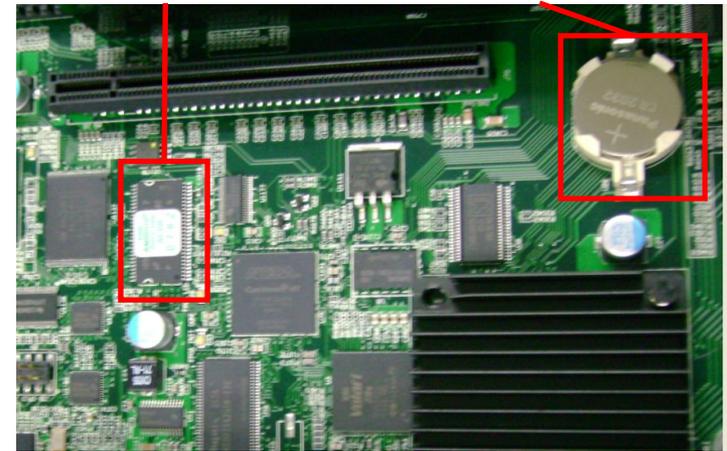


RTC и CMOS

Часы реального времени (англ. *Real Time Clock*, **RTC**) — электронная схема, предназначенная для учёта хронометрических данных.

BIOS

батарея RTC



BIOS предоставляет пользовательский интерфейс, позволяющий пользователям производить настройки компонентов системы и сохраняет их в **CMOS** памяти.

Что такое UEFI?

Unified Extensible Firmware Interface (UEFI)

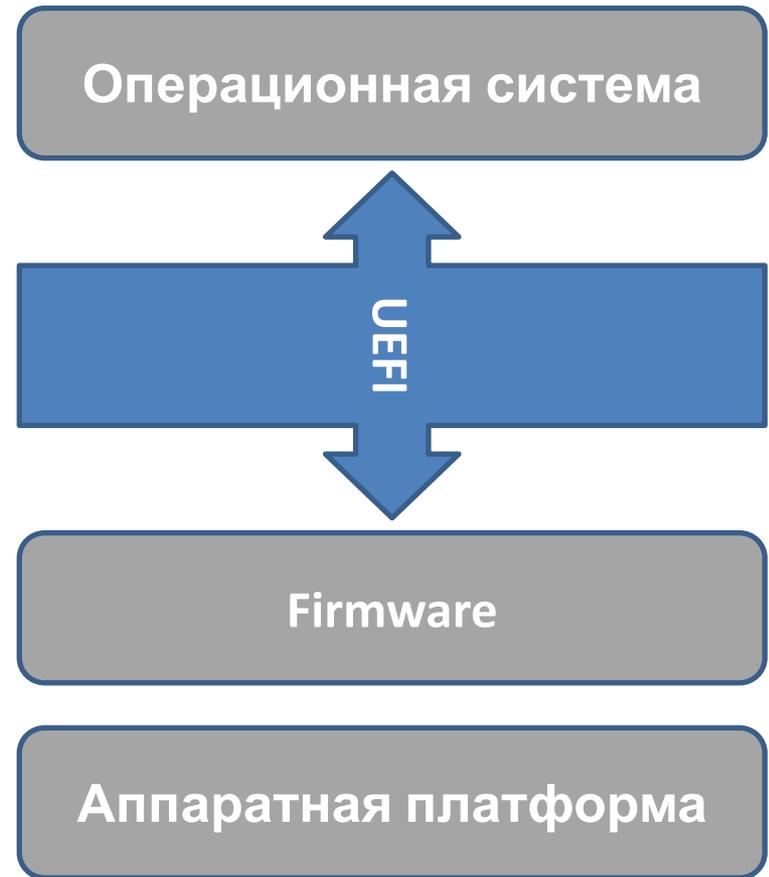
(Унифицированный расширяемый интерфейс прошивки) — интерфейс между операционной системой и микропрограммами, управляющими низкоуровневыми функциями оборудования, его основное предназначение: корректно инициализировать оборудование при включении системы и передать управление загрузчику операционной системы.



Структура UEFI

Интерфейс, определённый спецификацией UEFI, включает в себя:

- таблицы данных, содержащие информацию о платформе,
- загрузочные и runtime-сервисы, которые доступны для загрузчика операционной системы (ОС) и самой ОС.



Оперативная память

Оперативная память (Random Access Memory, RAM, память с произвольным доступом; ОЗУ (оперативное запоминающее устройство)) — энергозависимая часть системы компьютерной памяти, в которой во время работы компьютера хранится выполняемый машинный код, входные, выходные и промежуточные данные, обрабатываемые процессором.

Обмен данными между процессором и оперативной памятью производится через кэша процессора.



Динамическая память DRAM

Динамическая память с произвольным доступом (DRAM, Dynamic random access memory) — тип энергозависимой полупроводниковой памяти с произвольным доступом.

DRAM широко используемая в качестве оперативной памяти современных компьютеров, а также в качестве постоянного хранилища информации в системах, требовательных к задержкам.



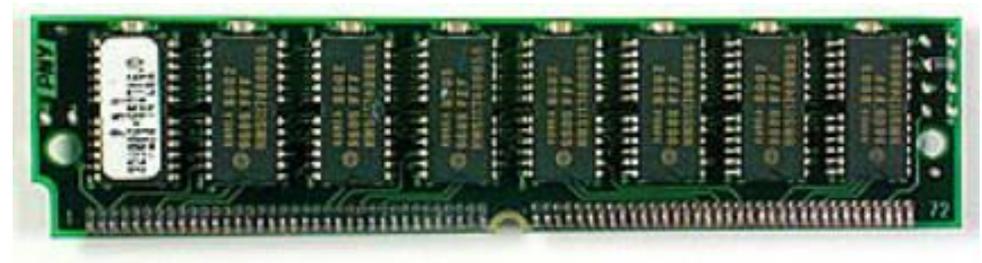
Конструктивные исполнения памяти DRAM (1)

Память типа **DRAM** конструктивно выполняют и в виде отдельных микросхем:

- в корпусах типа **DIP, SOIC** и **BGA**
- в виде модулей типа **SIPP, SIMM, DIMM (SO-DIMM)** и **RIMM**.



SIPP



SIMM

Конструктивные исполнения памяти DRAM (2)

Память типа **DRAM** конструктивно выполняют и в виде отдельных микросхем:

- в корпусах типа **DIP, SOIC** и **BGA**
- в виде модулей типа **SIPP, SIMM, DIMM (SO-DIMM)** и **RIMM**.



DIMM



RIMM

Модули памяти DIMM

DIMM (*Dual In-line Memory Module*, двухсторонний модуль памяти) — форм-фактор модулей памяти DRAM.

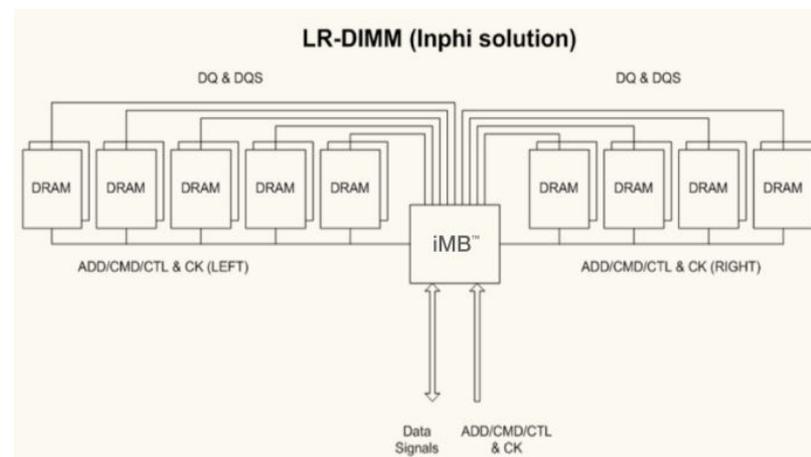
Данный форм-фактор пришёл на смену форм-фактору SIMM.

Является самым распространённым форм-фактором для модулей памяти на сегодняшний день.

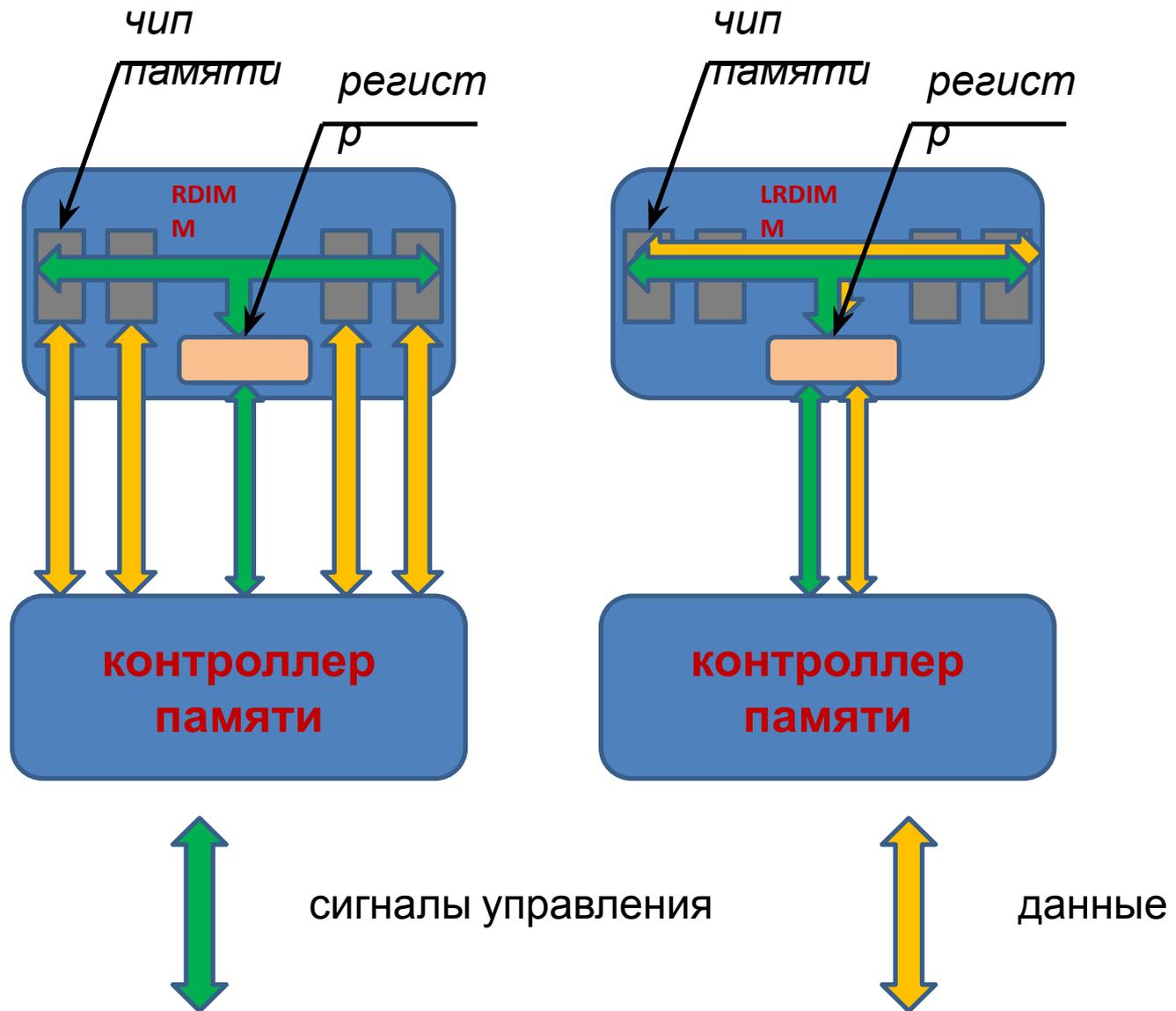


Типы памяти DIMM

Тип памяти	Свойства	Сфера применения
UDIMM <i>Unbuffered DIMM</i>	Не имеют буферную микросхему (регистр).	для пользовательских систем и бюджетных серверов
RDIMM <i>Registered DIMM</i>	Имеют буферную микросхему (регистр). Через регистр передаётся только сигналы управления .	для большинства серверных платформ
LRDIMM <i>Load-reduced DIMM</i>	Имеют буферную микросхему (регистр). Через регистр передаётся сигналы управления и данные .	для серверных платформ с большим объёмом оперативной памяти

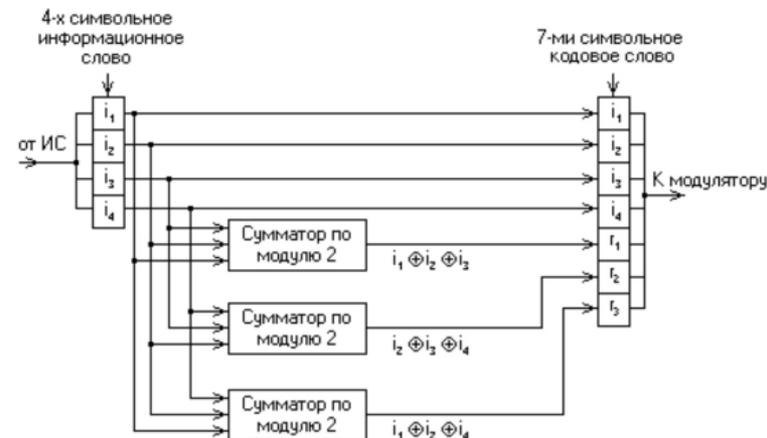


RDIMM и LRDIMM: различия



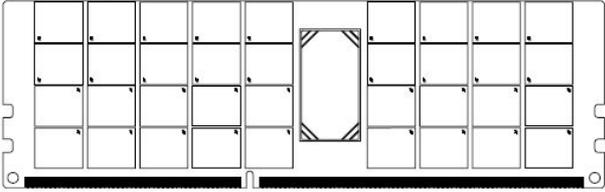
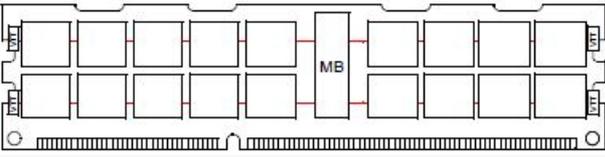
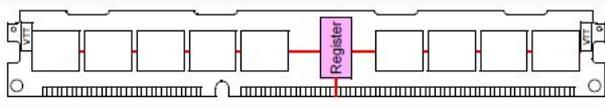
ЕСС и модули DIMM

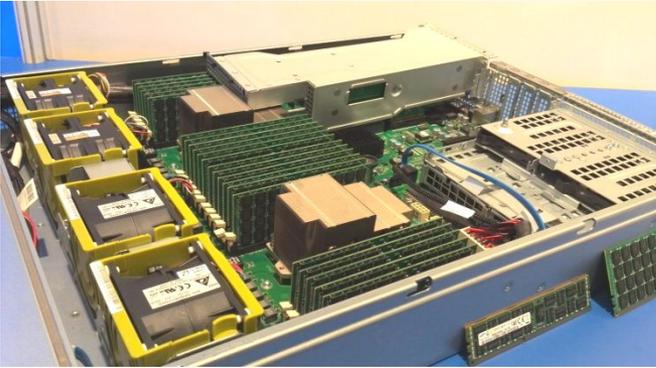
ЕСС (*Error-Correcting Code*, код коррекции ошибок) — данные, присоединяемые к каждому передаваемому сигналу, позволяющие принимающей стороне определить факт сбоя и (в некоторых случаях) исправить ошибку. ЕСС ориентирован на детектирование и исправление случайных ошибок памяти, вызываемых различными внешними факторами. Принцип основан на **коде Хэмминга**.



Специализированные модули DIMM

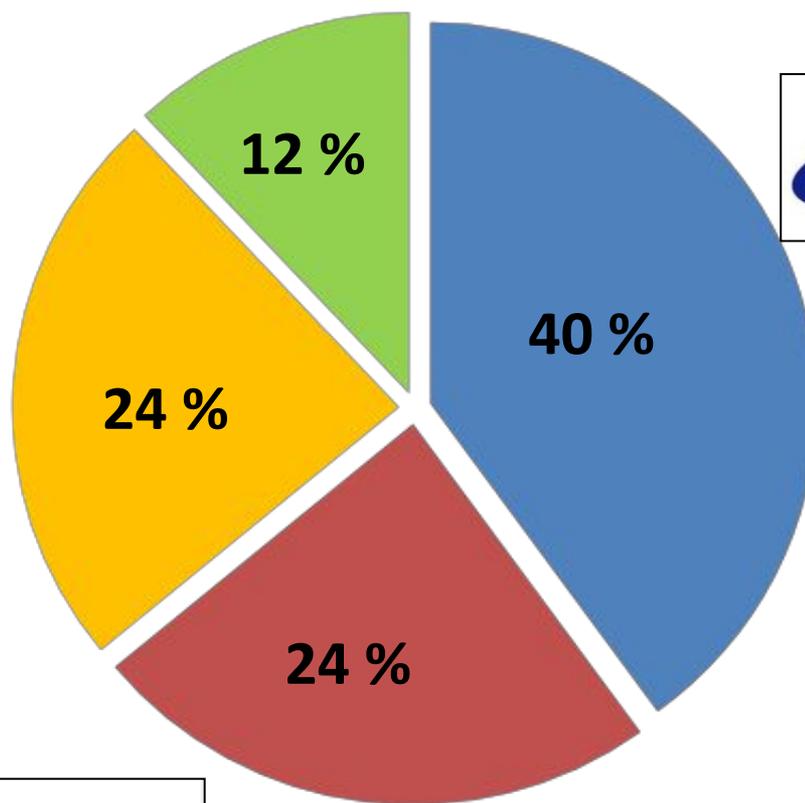
Помимо DIMM модулей стандартного размера в серверах используют модули DIMM с низким профилем (VLP) и модули полуторной высоты. DIMM полуторной высоты используются в решениях по виртуализации.

Huawei DIMM		Полуторная высота 42 мм - 46 мм (1.65 in. - 1.81 in.)
Стандартный модуль DIMM		Стандартная высота 30 мм (1.18 in.)
DIMM VLP		VLP 19 мм (0.75 in.)



- Использование модулей DIMM полуторной высоты в блейд-серверах Huawei

Производители DDR чипов

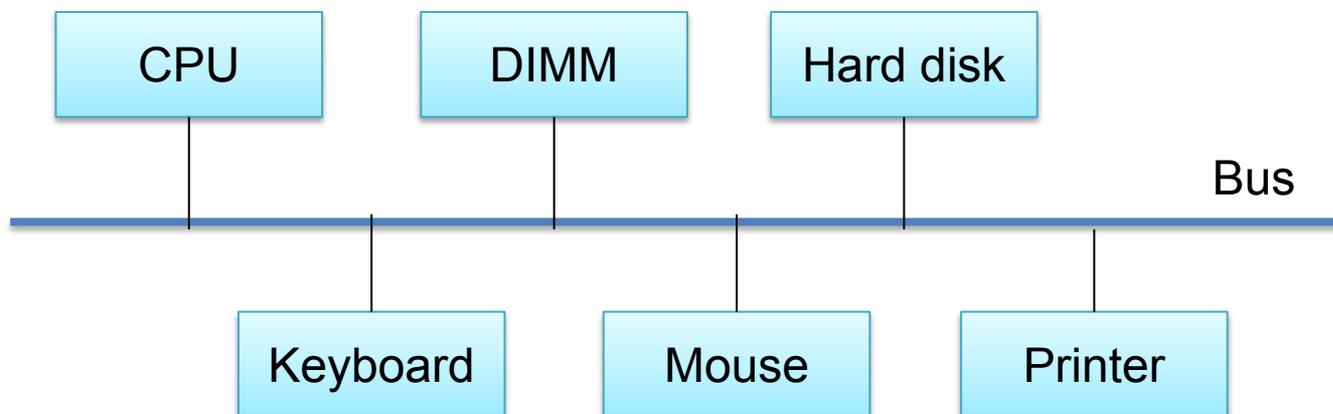


- Samsung
- SK Hynix
- Micron
- Другие

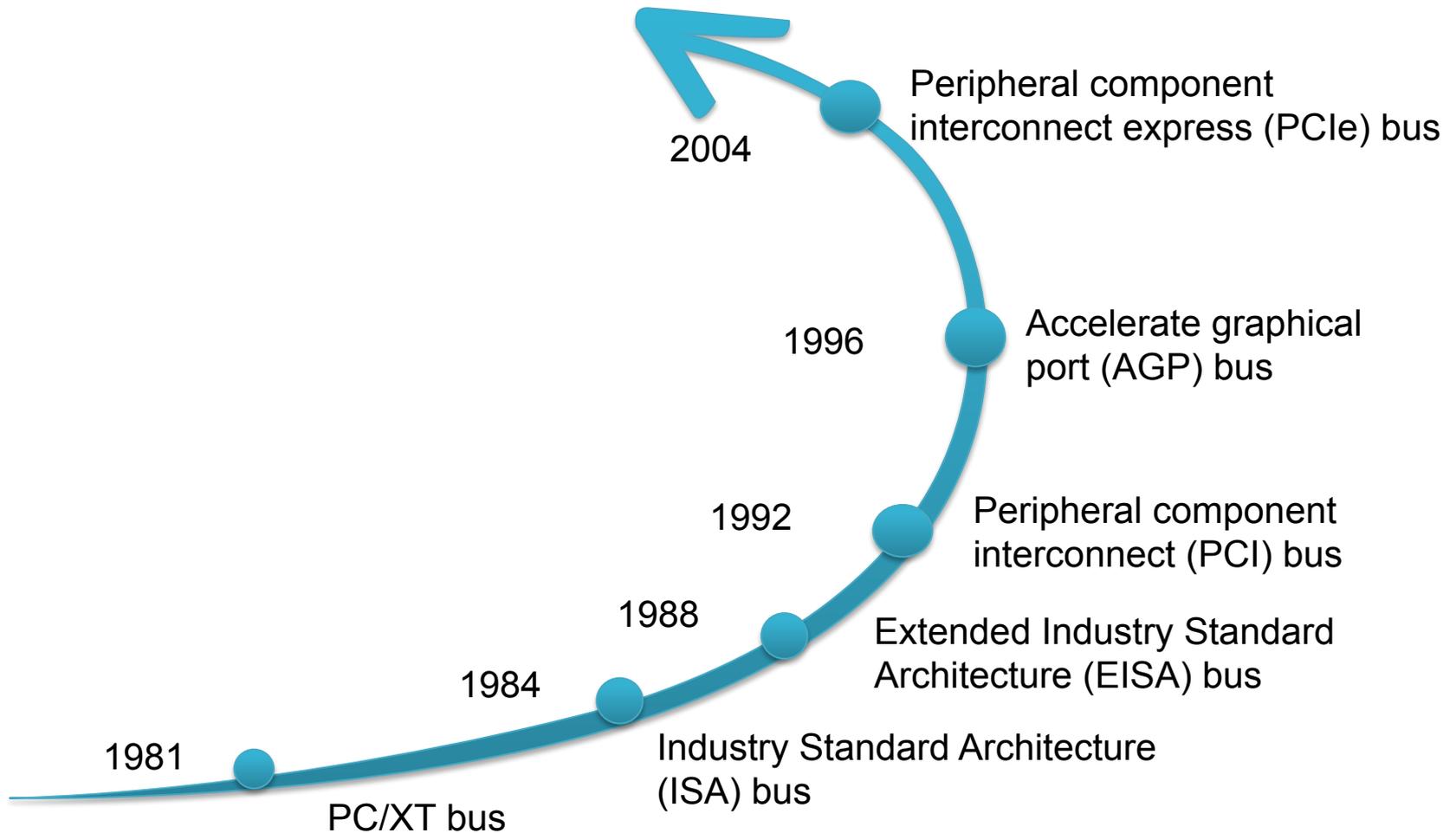


Компьютерная шина

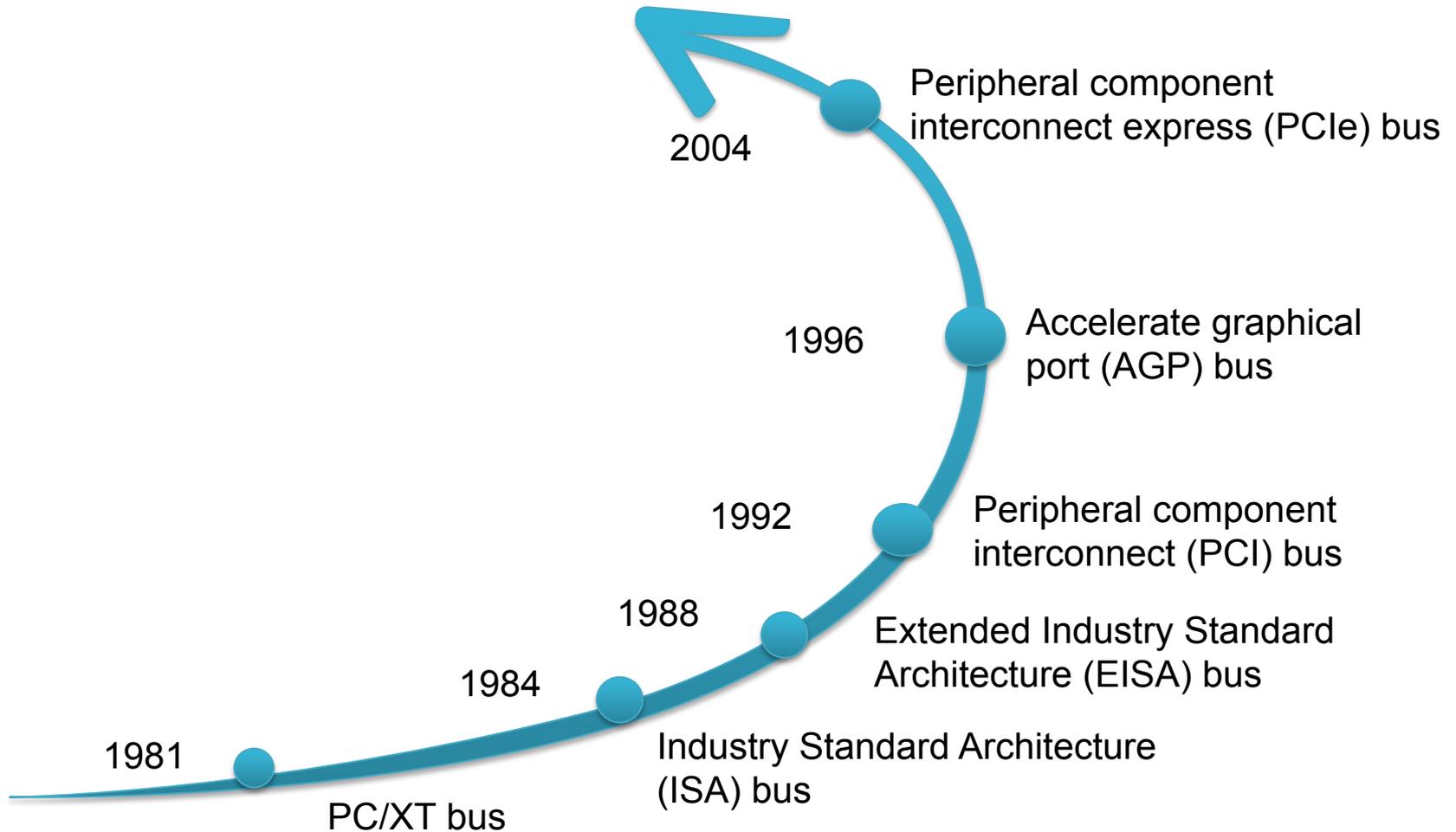
Компьютерная шина (англ. *computer bus*) в архитектуре компьютера — подсистема, служащая для передачи данных между функциональными блоками компьютера. В устройстве шины можно различить механический, электрический (физический) и логический (управляющий) уровни.



Эволюция компьютерных шин (1)



Эволюция компьютерных шин (2)



Шина PCI Express

PCI Express (PCIe) — компьютерная шина (хотя на физическом уровне шиной не является, будучи соединением типа «точка-точка»), использующая программную модель шины PCI и высокопроизводительный физический протокол, основанный на последовательной передаче данных.



Пропускная способность PCI Express

Версия	Количество линий						
	x1	x2	x4	x8	x12	x16	x32
PCIe 1.0	2/4	4/8	8/16	16/32	24/48	32/64	64/128
PCIe 2.0	4/8	8/16	16/32	32/64	48/96	64/128	128/256
PCIe 3.0	8/16	16/32	32/64	64/128	96/192	128/256	256/512
PCIe 4.0*	16/32	32/64	64/128	128/256	192/384	256/512	512/1024

В одну/обе стороны, Гбит/с

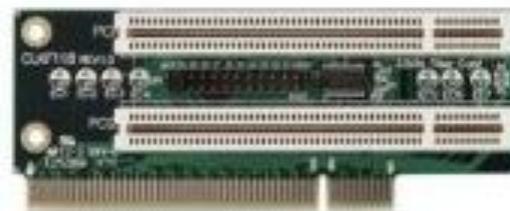
* Текущей версией PCIe является версия 3.0. Новая версия PCIe 4.0 может быть стандартизирован до конца 2016 года. Ожидается, что он будет иметь пропускную способность 16 GT/s или более, то есть будет в два раза быстрее PCIe 3.0

Хост-адаптер шины (НВА)

Хост-адаптер шины (НВА, от англ. Host Bus Adapter) — вид компьютерных комплектующих: плата адаптера, устанавливаемая в компьютер и служащая для подключения накопителей (устройств хранения информации) или сети, имеющих в качестве интерфейса шинную организацию, отличную от имеющихся в компьютере изначально.



НВА



PCI рейзер