

# Процессор

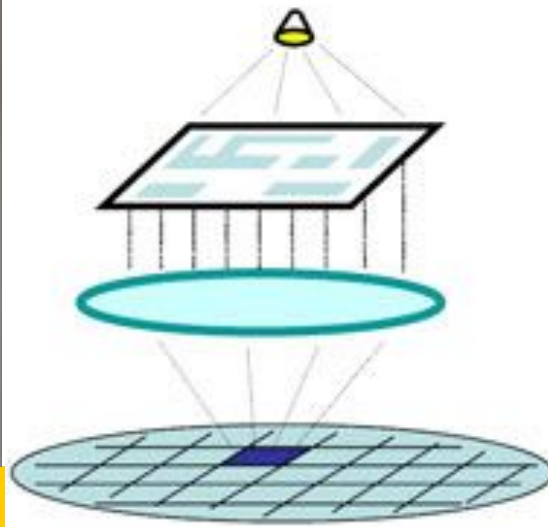
Центра́льный проце́ссор (ЦП; CPU — англ. *céntral prócessing únit*, дословно — центральное вычислительное устройство) — исполнитель машинных инструкций, часть аппаратного обеспечения компьютера или программируемого логического контроллера, отвечающая за выполнение арифметических операций, заданных программами операционной системы, и координирующий работу всех устройств компьютера.



Drain?  
Inside



**EUV Mask**

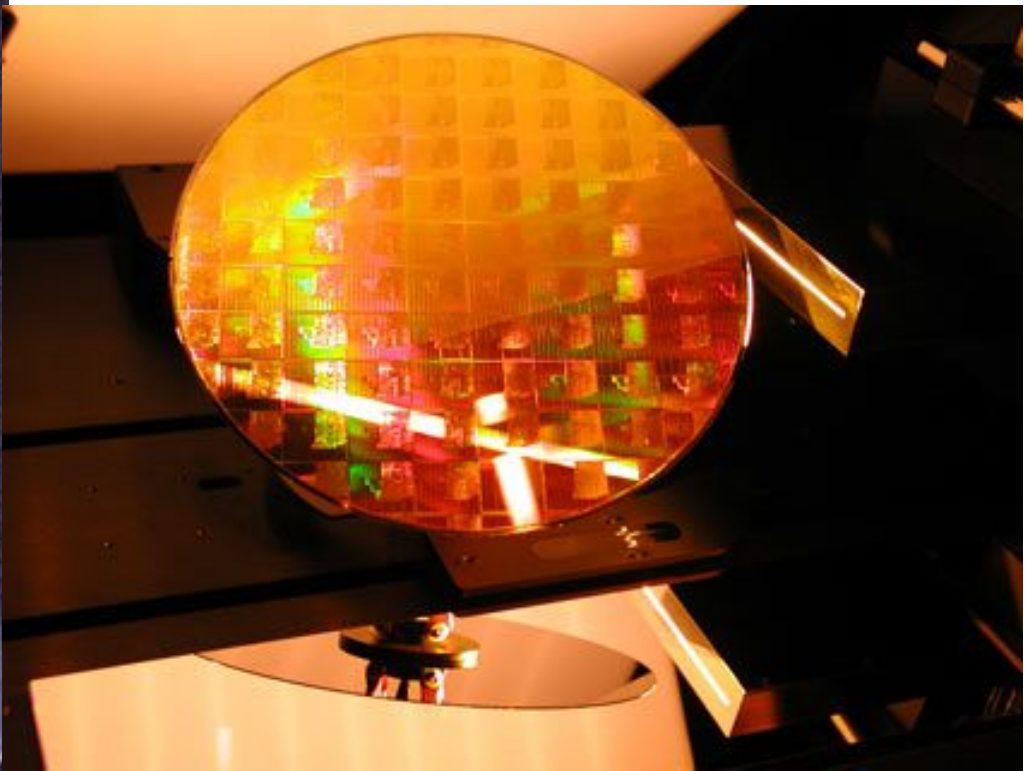
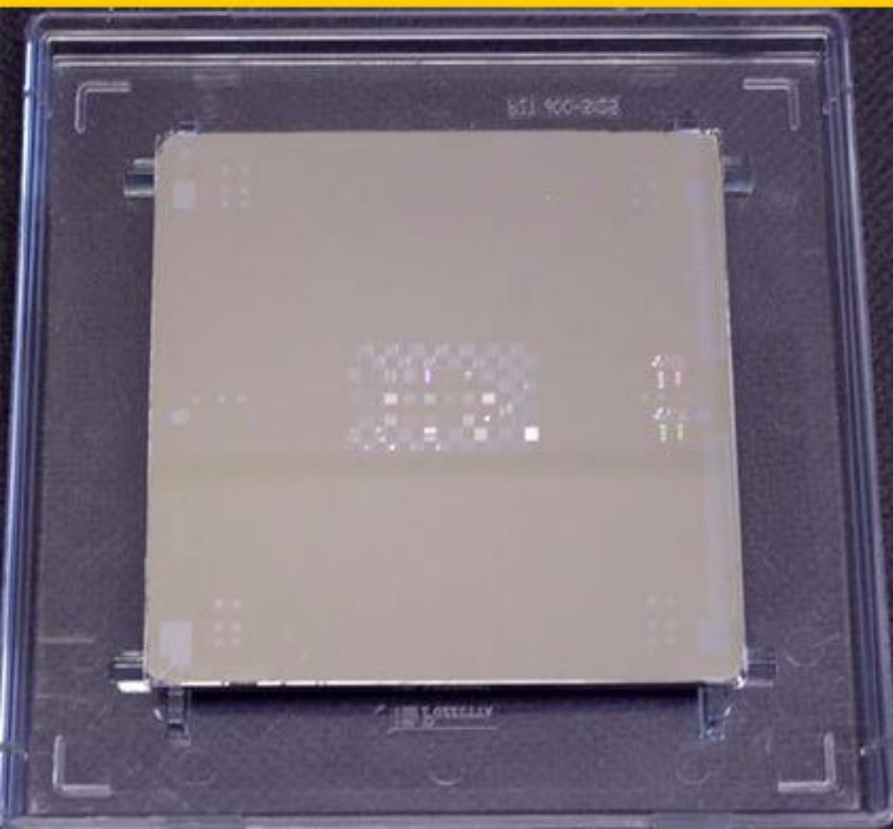


**Light source**

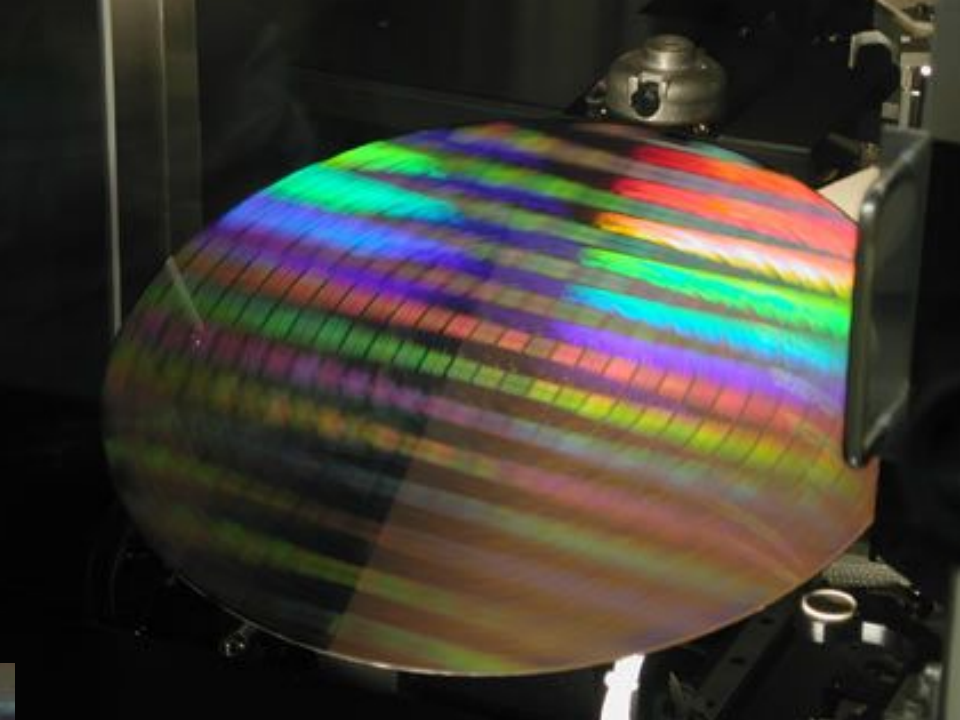
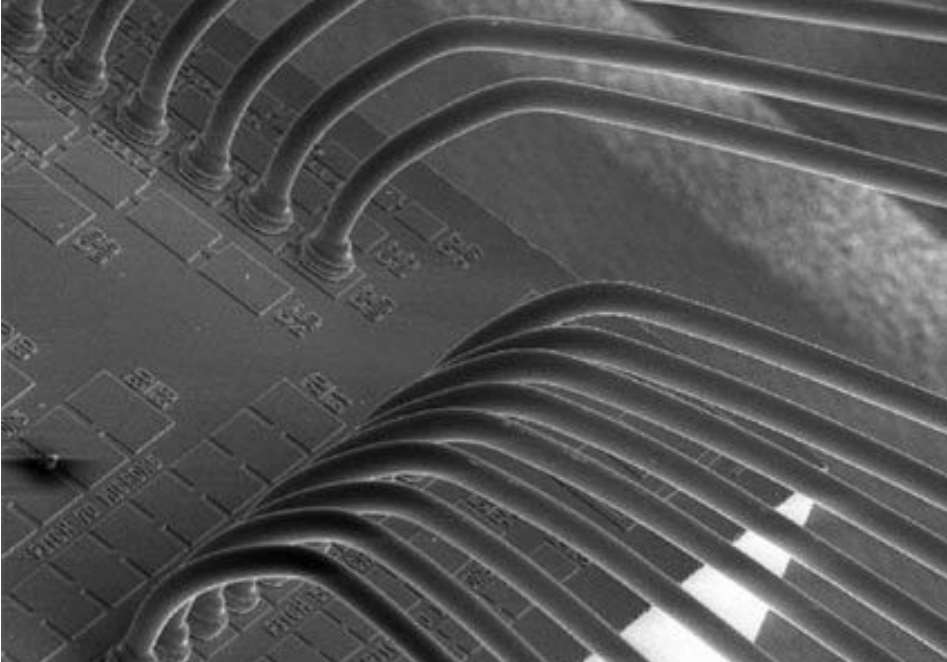
**Mask**

**Lens to reduce image**

**Die being exposed on wafer**



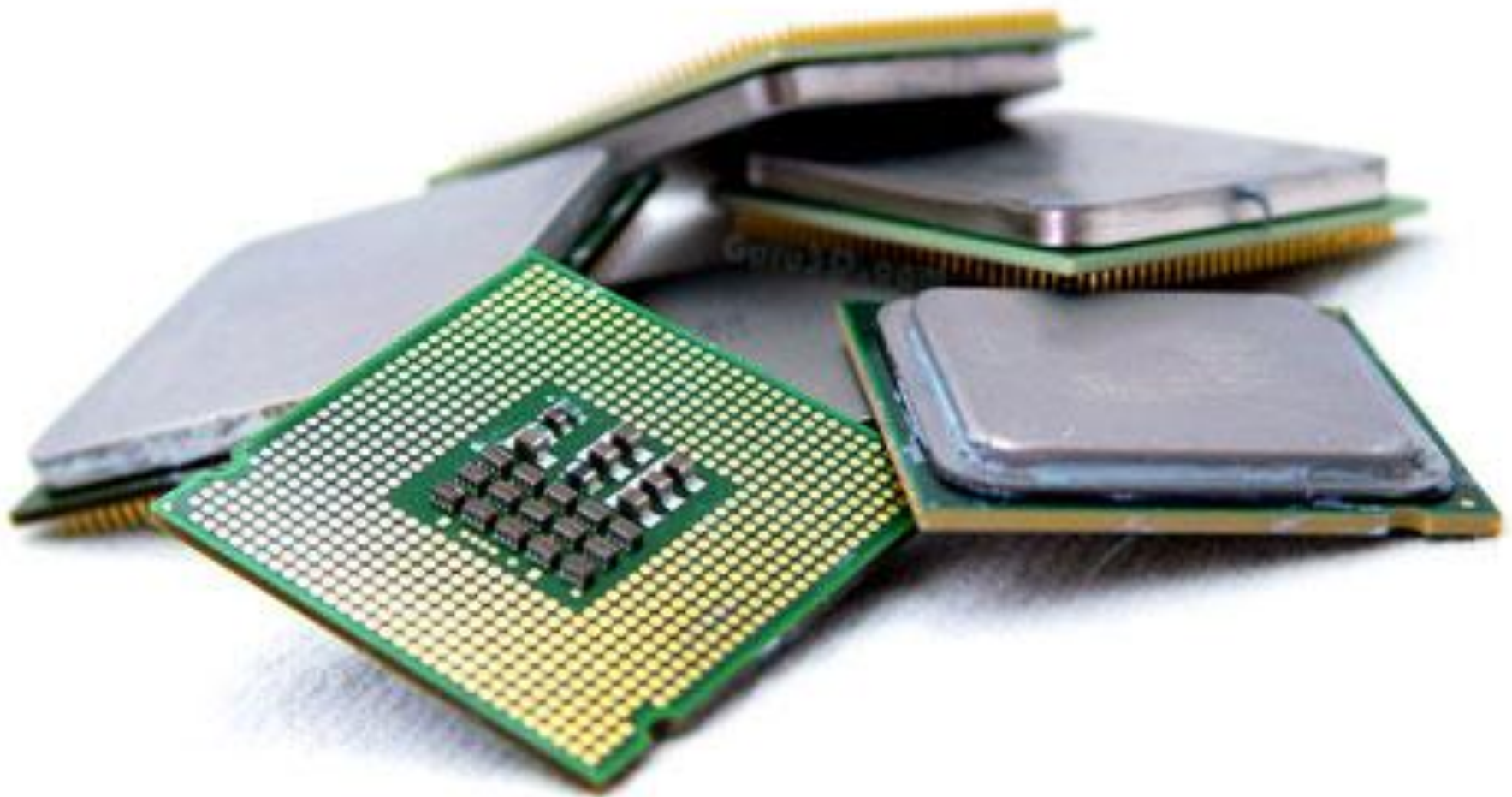






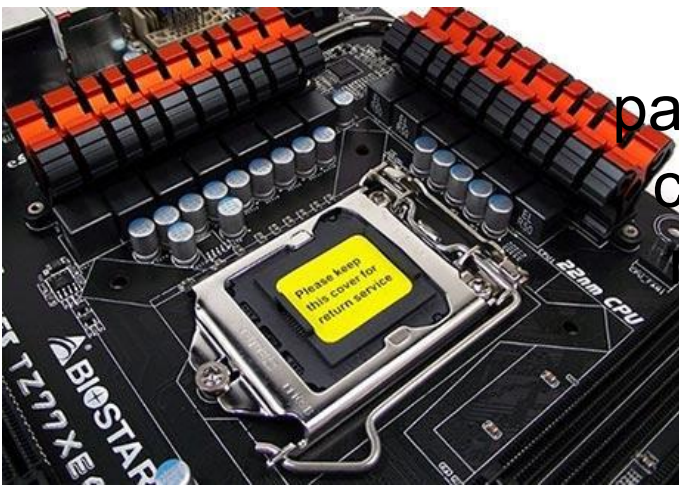


# Особенности характеристик процессора или основные параметры CPU



# Что такое сокет. Основные сокеты процессоров AMD и Intel

Понятие сокета является, пожалуй, некой пассивной [характеристикой процессора](#), но в тоже время данный термин является одним из ключевых при комплектации системы. В данной статье серии «характеристики процессоров», мы разберемся с понятием сокета и рассмотрим более-менее популярные сокет процессоров двух основных производителей CPU– амд и интел.



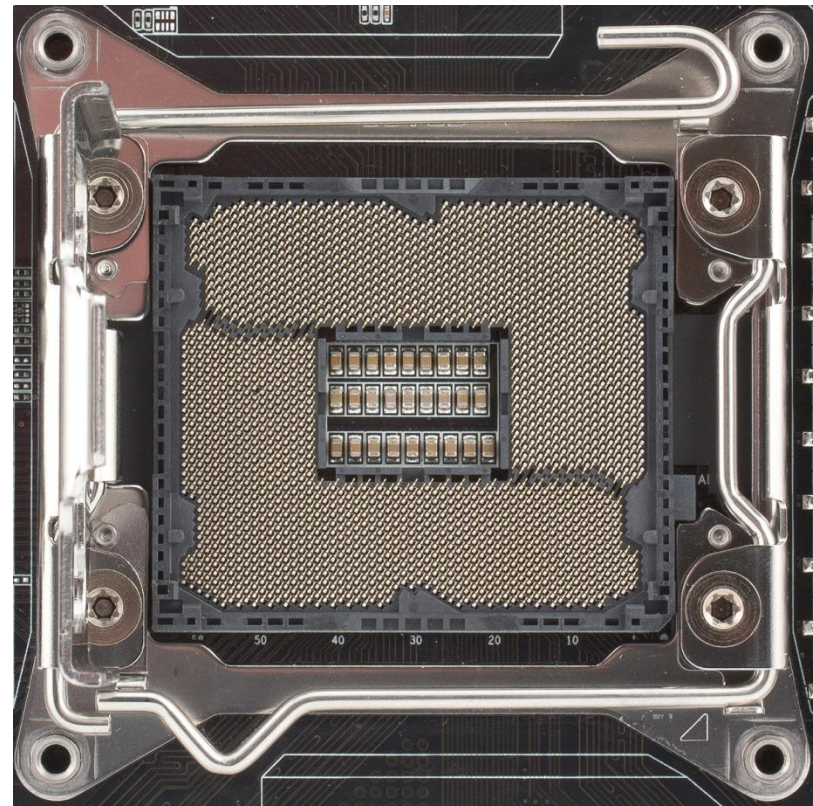
# Сокет. Что и как?

- Попросту говоря, сокет (socket) – это разъём (гнездо) на материнской плате, куда устанавливается процессор. Но когда мы говорим «сокет процессора», то подразумеваем под этим, как гнездо на материнской плате, так и поддержку данного сокета определенными линейками процессоров. Сокет нужен именно для того, чтобы можно было с легкостью заменить вышедший из строя процессор или апгрейдить систему более производительным процессором.



# Сокеты Intel

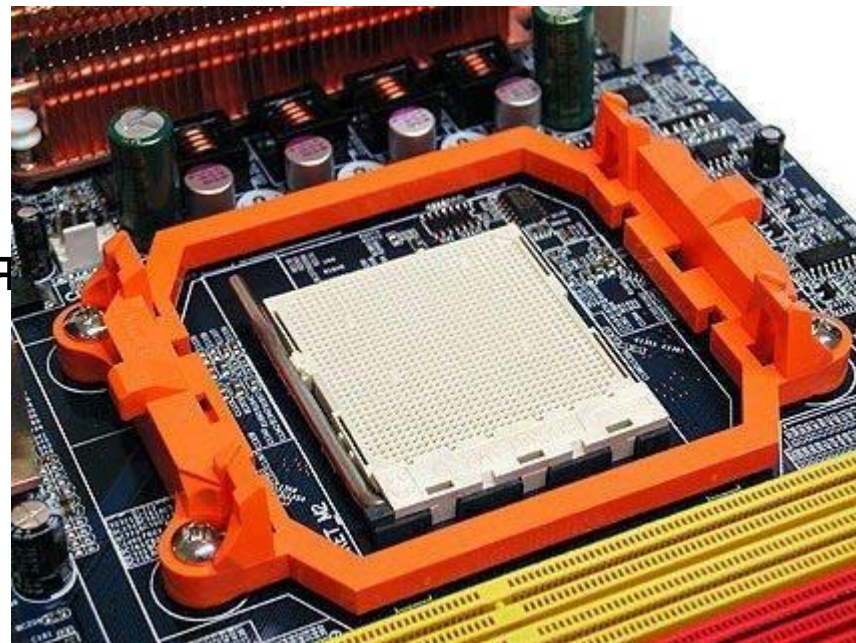
- Всё это одновременно и хорошо, и плохо. Хорошо тем, что с частым обновлением сокетов и выпуском под каждую (даже) часть линейки процессоров, мы можем наблюдать увеличение производительности и более специфическую заточку под конкретную модель. А вот жирный минус в том, что довольно тяжело делать апгрейд, когда каждая новая серия процессоров идет под новый сокет, приходится менять не только процессор, но



- **Socket (сокет LGA 2011)** – один из новых сокетов для некоторых процессоров IvyBridge (Core i7, i5, i3 – 3xxx)  
Можно отметить, что данный сокет был скорее маркетинговым ходом для встряски рынка и набивки цен (первое время) на процессоры, которые позиционировались под этот сокет. Но все-таки подвижки в производительности можно было заметить. Сейчас же, процессоры под данный сокет упали в цене, чего не скажешь про материнские платы с LGA 2011, они остаются в разы дороже подобных материнских плат, под тот же LGA 1155, который мы рассмотрим чуть ниже.
- **Socket (сокет LGA 1155, 1156, 1366)** – данные сокет можно условно поместить в одну «пачку», но повторяюсь еще раз: они не совместимы, хоть и позиционируются под одну микроархитектуру Sandy Bridge II, просто для разных версий.
- Наиболее ходовым оказался сокет 1155, на нем сейчас и построены большинство систем. Для мощных систем и серверных решений на борту с Core i7 и Xeon, был разработан Socket 1366.
- **Socket (сокет LGA 775)** – эти сокет уже морально устарели, хотя еще живут во множестве систем, они позиционировались под несколько линеек сразу, таких как Core 2 Duo, Core 2 Quad, Celeron и другие.

# Сокеты AMD

Политика компании AMD, в этом плане более консервативна. Несколько сокетов имеют совместимость благодаря сериям с «+». К примеру, Socket AM2 совместим с AM2+, что дает более широкие возможности для апгрейда, но вместе с этим, это немного неприятное топтание на одном месте, что не позволительно для сферы.



# Некоторые примеры

## СОКЕТОВ AMD:

- **Socket (сокет AM3 и AM3+)** – можно сказать сокет и его модификация, по спецификациям они совместимы между собой, разрабатывались под процессоры FX, Phenom II, Athlon II. Сокет для наиболее мощных Bulldozer (FX) среди лагеря AMD, которые не оправдали надежды, но упав в цене стали более интересным предложением, с точки зрения неплохой производительности за низкую цену. Сокеты AM3 и AM3+, сейчас являются наиболее ходовыми, на них комплектуется большинство как дешевых, так и более дорогих систем. То есть можем смело констатировать практичность данных сокетов.
- **Socket (сокет AM2 и AM2+)** – сокеты для процессоров Phenom, Athlon, Sempron. Также, полностью совместимы. На сегодняшний день можно считать немного устаревшими, хотя еще активно работает масса систем построенных на основе данных сокетов.
- **Socket (сокет FM1 и FM2)** – сокеты FM создавались под процессоры серии **AMDFusion**, которые отличаются очень мощной интегрированной графикой. На данный сокет и совместимые с ним процессоры, следует ориентироваться тем, кто не желает тратить на дискретную видеокарту и будет довольствоваться интегрированной графикой.



# Техпроцесс процессора

Техпроцесс производства напрямую не влияет на производительность процессора при выполнении задач, но и тут есть одно «но». Увеличение тактовой частоты или любые другие архитектурные изменения, невозможны без вноса изменений в текущий техпроцесс, так как в пределах одного семейства процессоров на одном техпроцессе, запас на наращивание тактовой частоты ограничен. В 2011-2012 годах были выпущены процессоры с техпроцессом 22нм, и всё идёт к уменьшению данных показателей. По сути 22 нм - это ширина базы транзисторов, на которых преимущественно построены процессоры. Логичен тот факт, что чем меньше будет ширина базы транзистора, то тем больше их можно будет «впихнуть» на кристалл, а значит - производительность процессора увеличится. На данный момент [процессоры AMD](#) имеют в своем распоряжении техпроцесс 32нм, интел

- **Линейка** - это модельный ряд. В рамках одной линейки процессоры могут значительно отличаться друг от друга по целому ряду параметров. У каждого производителя существует так называемая бюджетная линейка процессоров. Например, у Intel это Celeron, а у AMD - Sempron.
- Они отличаются от своих "старших" братьев отсутствием некоторых функций или меньшим значением параметров. Так, у процессора в бюджетной линейке может отсутствовать или быть значительно уменьшенной кэш-память разных уровней. Бюджетные линейки Celeron и Sempron можно рекомендовать для офисных систем, не требующих большой производительности. Для более ресурсоемких задач лучше Pentium IV, Athlon.
- Для серверных решений используются специализированные линейки процессоров - Opteron, Xeon.

# Intel's LEADERSHIP Architecture Roadmap

Tick

Tock

Tick

Tock

Tick

45nm

32nm

22nm

intel

Penryn

intel

Nehalem

intel

Westmere

intel

Sandy Bridge

intel

Ivy Bridge



# Объём кэш-памяти

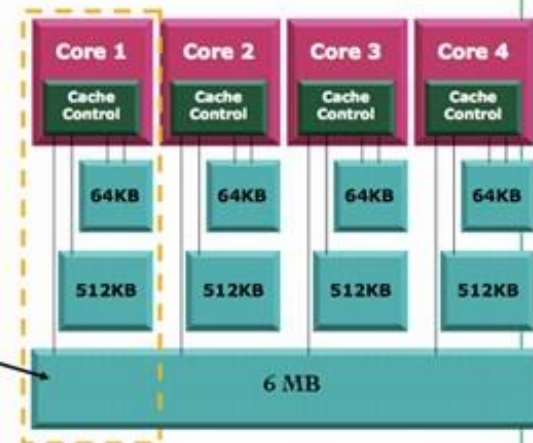
- Кэш современных процессоров значительно поддает им производительности. Кэш – это сверхбыстрая энергозависимая память, которая позволяет процессору быстро получить доступ к определённым данным, которые часто используются.

## L3 Cache Architecture



### Shared L3 Cache

- Victim-cache architecture maximizes efficiency of cache hierarchy
- Fills from L3 leave likely shared lines in the L3
- Sharing-aware replacement policy

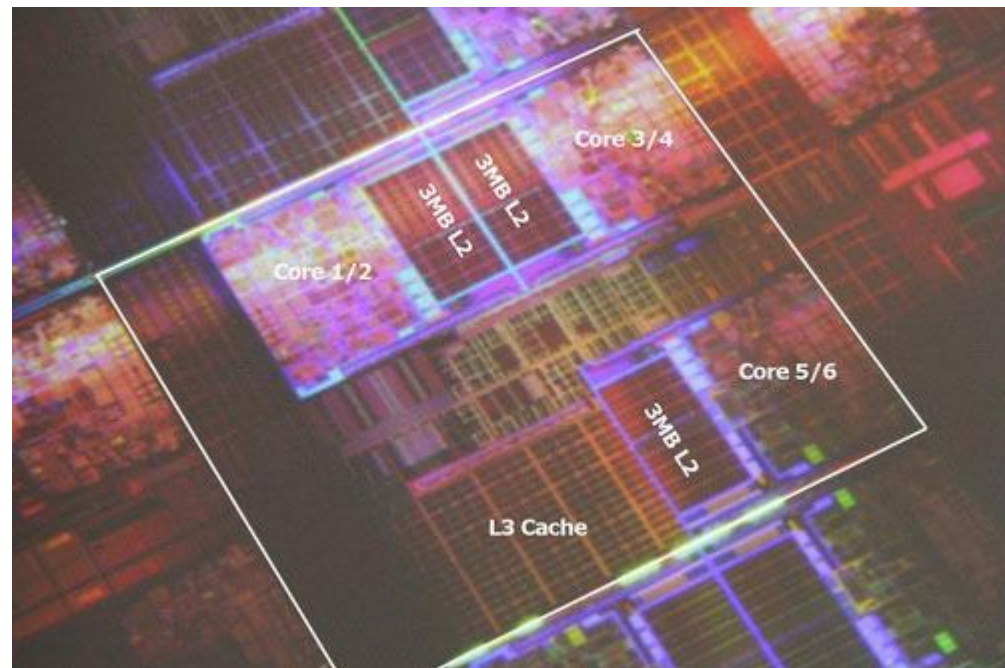




- Кэш-память процессора. Уровни и принципы функционирования
- Одним из немаловажных факторов повышающих производительность процессора, является наличие кэш-памяти, а точнее её объём, скорость доступа и распределение по уровням.



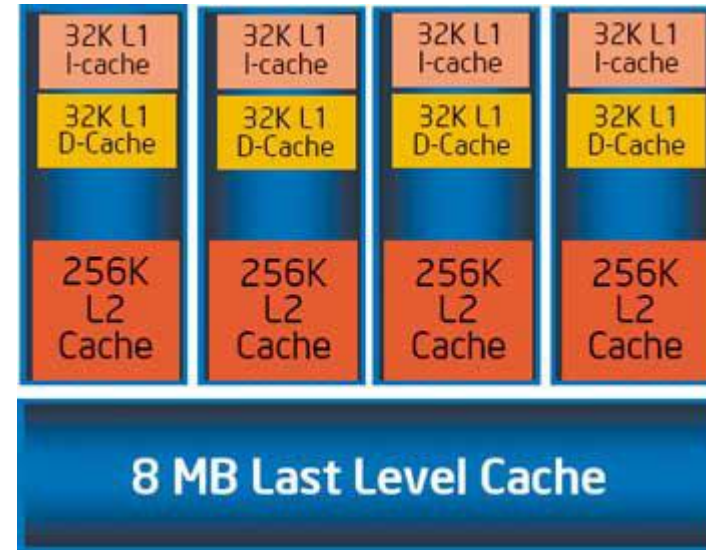
- **Что такое кэш-память и её структура**
- Кэш-память – это сверхбыстрая память используемая процессором, для временного хранения данных, которые наиболее часто используются. Вот так, вкратце, можно описать данный тип памяти.



# Уровни кэш-памяти

## процессора

- **Кэш первого уровня (L1)** – наиболее быстрый уровень кэш-памяти, который работает напрямую с ядром процессора, благодаря этому плотному взаимодействию, данный уровень обладает наименьшим временем доступа и работает на частотах близких процессору. Является буфером между процессором и кэш-памятью второго уровня.
- Мы будем рассматривать объёмы на процессоре высокого уровня производительности Intel Core i7-3770K. Данный процессор оснащен 4x32 Кб кэш-памяти первого уровня  $4 \times 32 \text{ КБ} = 128 \text{ КБ}$ . (на каждое ядро по 32 КБ)
- **Кэш второго уровня (L2)** – второй уровень более масштабный, нежели первый, но в результате, обладает меньшими «скоростными характеристиками». Соответственно, служит буфером между уровнем L1 и L3. Если обратиться снова к нашему примеру Core i7-3770 K, то здесь объём кэш-памяти L2 составляет  $4 \times 256 \text{ КБ} = 1 \text{ МБ}$ .



- **Кэш третьего уровня (L3)** – третий уровень, опять же, более медленный, нежели два предыдущих. Но всё равно он гораздо быстрее, нежели оперативная память. Объём кэша L3 в i7-3770K составляет 8 Мбайт. Если два предыдущих уровня разделяются на каждое ядро, то данный уровень является общим для всего процессора. Показатель довольно солидный, но не заоблачный. Так как, к примеру, у процессоров Extreme-серии по типу i7-3960X, он равен 15Мб, а у некоторых новых процессоров Xeon, более 20.



# Многоядерность процессора

- Эта характеристика, последние несколько лет, является одной из наиболее важных в сфере центральных процессоров, но не решающей, как я уже упоминал выше. Уже давно прошла эра одноядерных процессоров, поэтому сейчас стоит выбирать многоядерные процессоры (одноядерные еще надо постараться найти). Соответственно, количество ядер нужно подбирать, под конкретные задачи. К примеру, для простеньких задач в виде офисных приложений и сёрфинга в интернете, двухъядерного процессора хватит более чем полностью.

- А вот для таких задач как профессиональная работа с графикой, понадобится процессор с 4 или 8 ядрами – многое решает конкретная модель процессора и специфика задач.



# Многоядерность процессора или характеристика количества ядер

- На первых порах развития процессоров, все старания по повышению производительности процессоров были направлены в сторону наращивания тактовой частоты, но с покорением новых вершин показателей частоты, наращивать её стало тяжелее, так как это сказывалось на увеличении TDP процессоров. Поэтому разработчики стали растить процессоры в ширину, а именно добавлять ядра, так и



- **И рассмотрим, что же будет в двух разных случаях:**
- **а) Процессор одноядерный.** Так как два потока выполняются у нас одновременно, то нужно создать для пользователя (визуально) эту самую одновременность выполнения. Операционная система, делает хитро: происходит переключение между выполнением этих двух потоков (эти переключения мгновенны и время идет в миллисекундах). То есть, система немного «повыполняла» обновление, потом резко переключилась на сканирование, потом назад на обновление. Таким образом, для нас с вами создается впечатление одновременного выполнения этих двух задач. Но что же теряется? Конечно же, производительность. Поэтому давайте рассмотрим второй вариант.
- **б) Процессор многоядерный.** В данном случае этого переключения не будет. Система четко будет посылать каждый поток на отдельное ядро, что в результате позволит нам избавиться от губительного для производительности переключения с потока на поток (идеализируем ситуацию). Два потока выполняются одновременно, в этом и заключается принцип многоядерности и многопоточности. В конечном итоге, мы намного быстрее выполним сканирование и обновление на многоядерном процессоре, нежели на одноядерном. Но тут есть загвоздка – не все программы поддерживают многоядерность. Не каждая программа может быть оптимизирована таким образом. И все происходит далеко не так идеально, насколько мы описали. Но с



# Тактовая частота процессора

Наиболее известная характеристика процессоров – это тактовая частота. Частотой процессора определяется количество производимых вычислений в единицу времени и от неё напрямую зависит производительность процессора. Частота современных центральных процессоров колеблется от 1 до 4 ГГц, но не стоит смотреть только на тактовую частоту процессора, следует обращать внимание и на другие параметры. Безусловно частота процессора до сих пор является важным параметром, рекомендую почитать полную статью по данной характеристике.

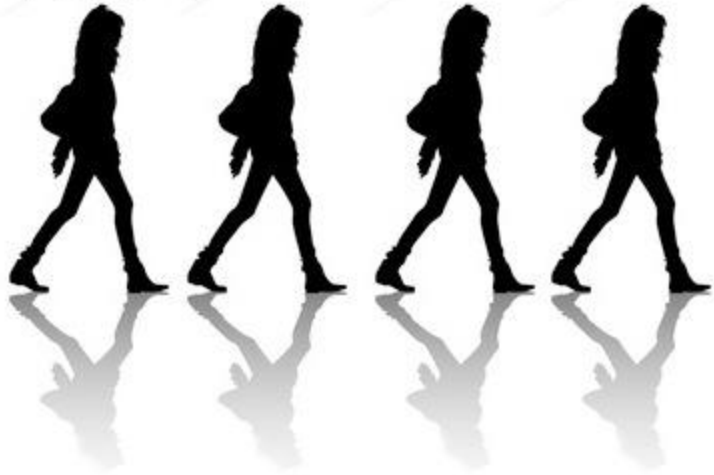
# Что же такое тактовая частота процессора?

- Для начала нужно разобраться с определением «тактовая частота». Тактовая частота показывает нам, сколько процессор может произвести вычислений в единицу времени. Соответственно, чем больше частота, тем больше операций в единицу времени может выполнить процессор. Тактовая частота современных процессоров, в основном, составляет 1,0-4ГГц. Она определяется умножением внешней или базовой частоты, на определённый коэффициент. Например, процессор Intel Core i7 920 использует частоту шины 133 МГц и множитель 20, в результате чего тактовая частота равна 2660 МГц.
- Частоту процессора можно увеличить в домашних условиях, с помощью разгона процессора. Существуют специальные модели процессоров от [AMD и Intel](#), которые ориентированы на разгон самим производителем, к примеру Black Edition у AMD и линейки К-серии у Intel.
- Хочу отметить, что при покупке процессора, частота не должна быть для вас решающим фактором выбора, ведь от нее зависит лишь часть производительности процессора

# ПОНИМАНИЕ ТАКТОВОЙ ЧАСТОТЫ (МНОГОЯДЕРНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ)

- Сейчас, почти во всех сегментах рынка уже не осталось одноядерных процессоров. Ну оно и логично, ведь IT-индустрия не стоит на месте, а постоянно движется вперёд семимильными шагами. Поэтому нужно чётко уяснить, каким образом рассчитывается частота у процессоров, которые имеют два ядра и более.
- Посещая множество компьютерных форумов, я заметил, что существует распространённое заблуждение насчёт понимания (высчитывания) частот многоядерных процессоров. Сразу же приведу пример этого неправильного рассуждения: «Имеется 4-х ядерный процессор с тактовой частотой 3 ГГц, поэтому его суммарная тактовая частота будет равна:  $4 \times 3 \text{ ГГц} = 12 \text{ ГГц}$ , ведь так?»- Нет, не так.

4 км/ч



= 4 ядра( N ГГц)

- Приведу пример: «По дороге идёт пешеход, у него скорость 4 км/ч. Это аналогично одноядерному процессору на N ГГц. А вот если по дороге идут 4 пешехода со скоростью 4 км/ч, то это аналогично 4-ядерному процессору на N ГГц. В случае с пешеходами мы не считаем, что их скорость будет равна  $4 \times 4 = 16$  км/ч, мы просто говорим: "4 пешехода идут со скоростью 4 км/ч". По этой же причине мы не производим никаких математических действий и с частотами ядер процессора, а просто помним, что 4-ядерный процессор на N ГГц обладает четырьмя ядрами, каждое из которых работает на частоте N ГГц».

4 км/ч



= 1 ядро( N ГГц)

То есть, по сути, частота процессора от количества ядер не изменяется, увеличивается лишь производительность процессора. Это нужно понимать и помнить



- *Перед тем, как процессор сгорит, в его памяти проносятся все операции, которые он совершал в своей жизни (с)*

# Инструкция (процессорная)

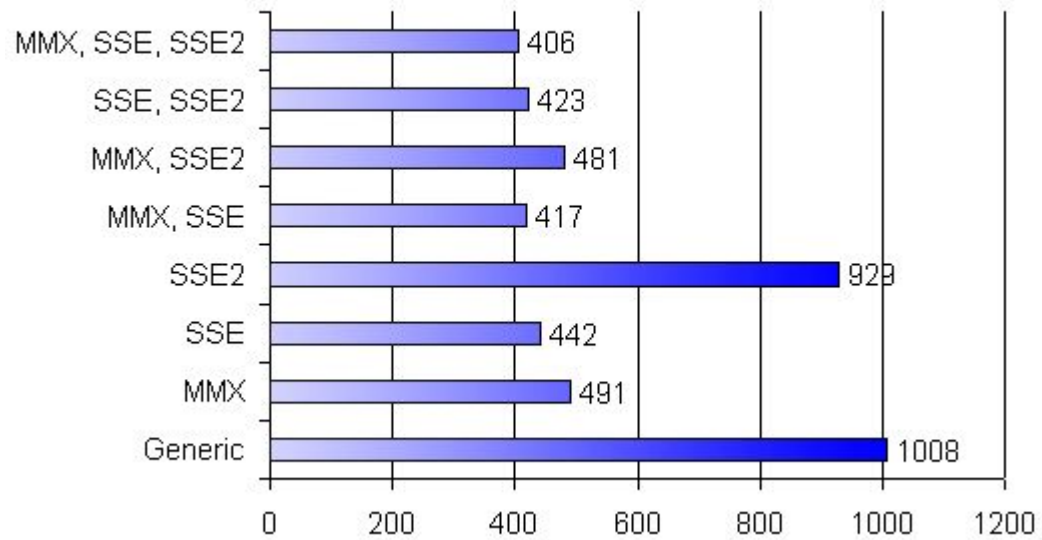
- *команда* — совокупность операций процессора, выполняющихся совместно, и кодируемая одним КОМАНДНЫМ СЛОВОМ, которое нельзя разбить на независимые части без модификации.
- Одна инструкция может содержать как одну элементарную операцию, так и большое количество взаимосвязанных последовательных операций (в CISC Одна инструкция может содержать как одну элементарную операцию, так и большое количество взаимосвязанных последовательных операций (в CISC-процессорах), и большое количество независимых параллельных операций (в процессорах с архитектурой с широким командным словом — VLIW).

# Расширенные инструкции процессора

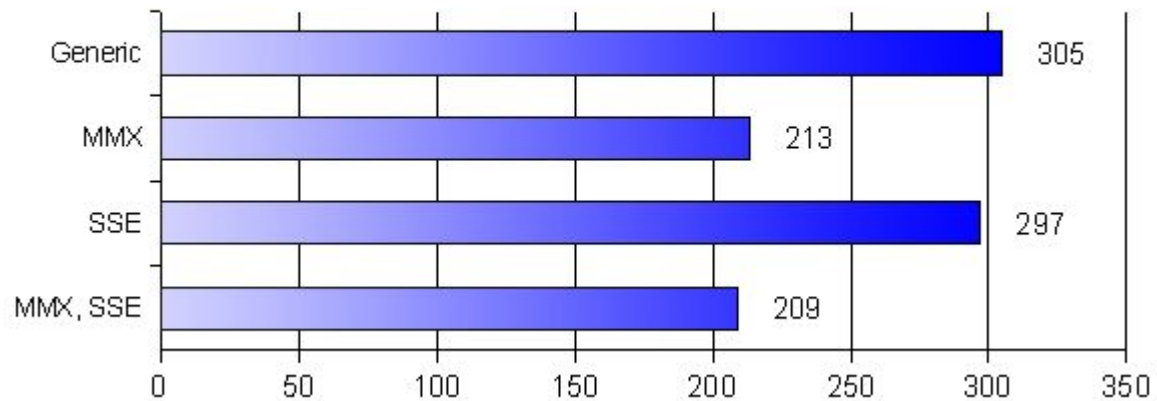
- Как известно одним из основных требований к компьютеру вообще и к процессору в частности является высокая производительность независимо от решаемой задачи. При обработке относительно больших объемов информации, показателем производительности процессора является количество информации, которую он может обработать за некоторый промежуток времени. При этом требуется минимизировать суммарное время, потраченное на обработку всего объема данных.

За один такт процессор выполняет несколько инструкций над некоторым количеством исходных данных. Число тактов в единицу времени прямо пропорционально тактовой частоте, на которой работает процессор. Отсюда видно, что уменьшить время, требуемое на решение задачи можно несколькими способами: увеличив тактовую частоту, увеличив число исполняемых за такт команд или увеличить количество данных

### XviD 1.1.0



### Lame 3.97 b2





# Пример 1

- `#include <OneWire.h>`
- `OneWire ds(9);`
- `void setup() {`
- `Serial.begin(9600);`
- `}`
- `void loop() {`
- `byte data[2];`
- `ds.reset();`
- `ds.write(0xCC);`
- `ds.write(0x44);`
- `delay(750);`
- `ds.reset();`
- `ds.write(0xCC);`
- `ds.write(0xBE);`
- `data[0] = ds.read();`
- `data[1] = ds.read();`
- `int Temp = (data[1]<< 8)+data[0];`
- `Temp = Temp>>4;`
- `Serial.println(Temp);`
- `}`

# Пример 2

- `#include <OneWire.h>`
- `#include <DallasTemperature.h>`
- `#define ONE_WIRE_BUS 9`
- `OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);`
- `DallasTemperature sensors(&oneWire);`
- `DeviceAddress Thermometer1 = {`
- `0x28, 0x00, 0x54, 0xB6, 0x04, 0x00, 0x00, 0x92 }; // адрес датчика DS18B20 280054B604000092`
- `DeviceAddress Thermometer2 = {`
- `0x28, 0x9E, 0x95, 0xB5, 0x04, 0x00, 0x00, 0x57 };`
- `void setup() {`
- `sensors.begin();`
- `sensors.setResolution(Thermometer1, 10);`
- `sensors.setResolution(Thermometer2, 10);`
- `Serial.begin(9600);`
- `}`
- `void printTemperature(DeviceAddress deviceAddress) {`
- `float tempC = sensors.getTempC(deviceAddress);`
- `Serial.println(tempC);`
- `}`
- `void loop() {`
- `sensors.requestTemperatures();`
- `Serial.print("Sensor1 ");`
- `printTemperature(Thermometer1);`
- 
- `Serial.print("Sensor2 ");`
- `printTemperature(Thermometer2);`
- `}`

# Выбор кулера для процессора

- Штатные системы охлаждения



- Кулеры на основе тепловых трубок





# На что обращать внимание при выборе кулера

- В настоящее время на рынке присутствует очень много моделей кулеров как с тепловыми трубками, так и без них, от разных производителей. Какой же кулер выбрать? Ответ зависит от результата, который вы хотите получить и от суммы, которую вы согласны потратить для достижения этого результата. Если вам достаточно лишь немного улучшить охлаждение процессора вашего компьютера, вам стоит обратить внимание на недорогие кулеры с радиаторами из алюминия или комбинации меди и алюминия (обычно алюминиевый радиатор имеет выемку, в которую запрессовывается медный сердечник). Такой кулер будет стоить в районе \$10~15. Лучшими являются изделия от фирм GlacialTech, Cooler Master, TITAN.



Если вам нужен более серьёзный результат, выбирайте кулер с тепловыми трубками. Модели среднего уровня имеют стоимость порядка \$20~50 и уже могут обеспечить серьёзный отрыв от своих конкурентов без ТТ. Хорошим выбором в этом случае станут кулеры от тех же TITAN, Cooler Master, а так же обратите внимание на младшие модели от ZALMAN, Thermaltake, Scythe



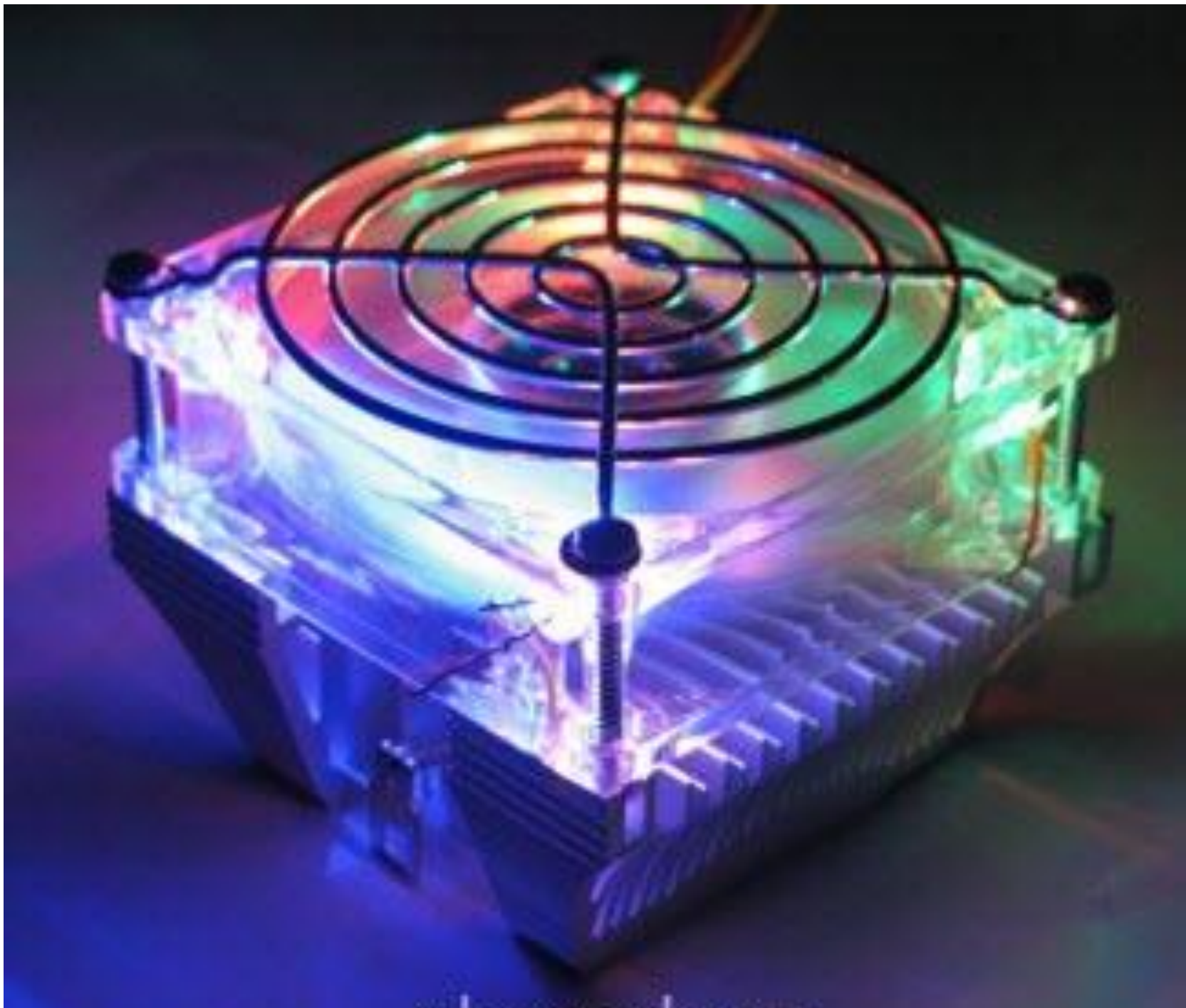
- Однако существуют пользователи, для которых компромисс неприемлем. Им нужен максимальный результат. Для таких юзеров и созданы кулеры, получившие гордую приставку «супер» в названии. «Суперкулеры» в большинстве своем имеют конструкцию башенного типа, просто огромную (~ 11 000 кв. см) площадь рассеивающих пластин, два, а то и три вентилятора обдува. Такой охладитель позволит выжать из вашего процессора «все соки» и тот будет чувствовать себя вполне комфортно. Каждый уважающий себя производитель, обязательно имеет в своем ассортименте несколько моделей суперкулеров. Лучшими, на мой взгляд, являются модели NH-D14 от Noctua и Silver Arrow от Thermalright. Поверьте, это настоящие «звери»! Хороши так же определённые модели от Prolimatech, ZALMAN, Thermaltake, Scythe. Стоимость таких охладителей подбирается к отметке в \$100, а то и зашкаливает за нее, но честное слово, оно того стоит.



# Итоги

- Делая свой выбор кулера для процессора стоит обратить внимание на его технические характеристики, в первую очередь на величину рассеиваемой мощности (измеряется в Ваттах) — чем она больше, тем лучше, и на уровень производимого шума — тут наоборот, лучше, когда он ниже.







**AMD** 

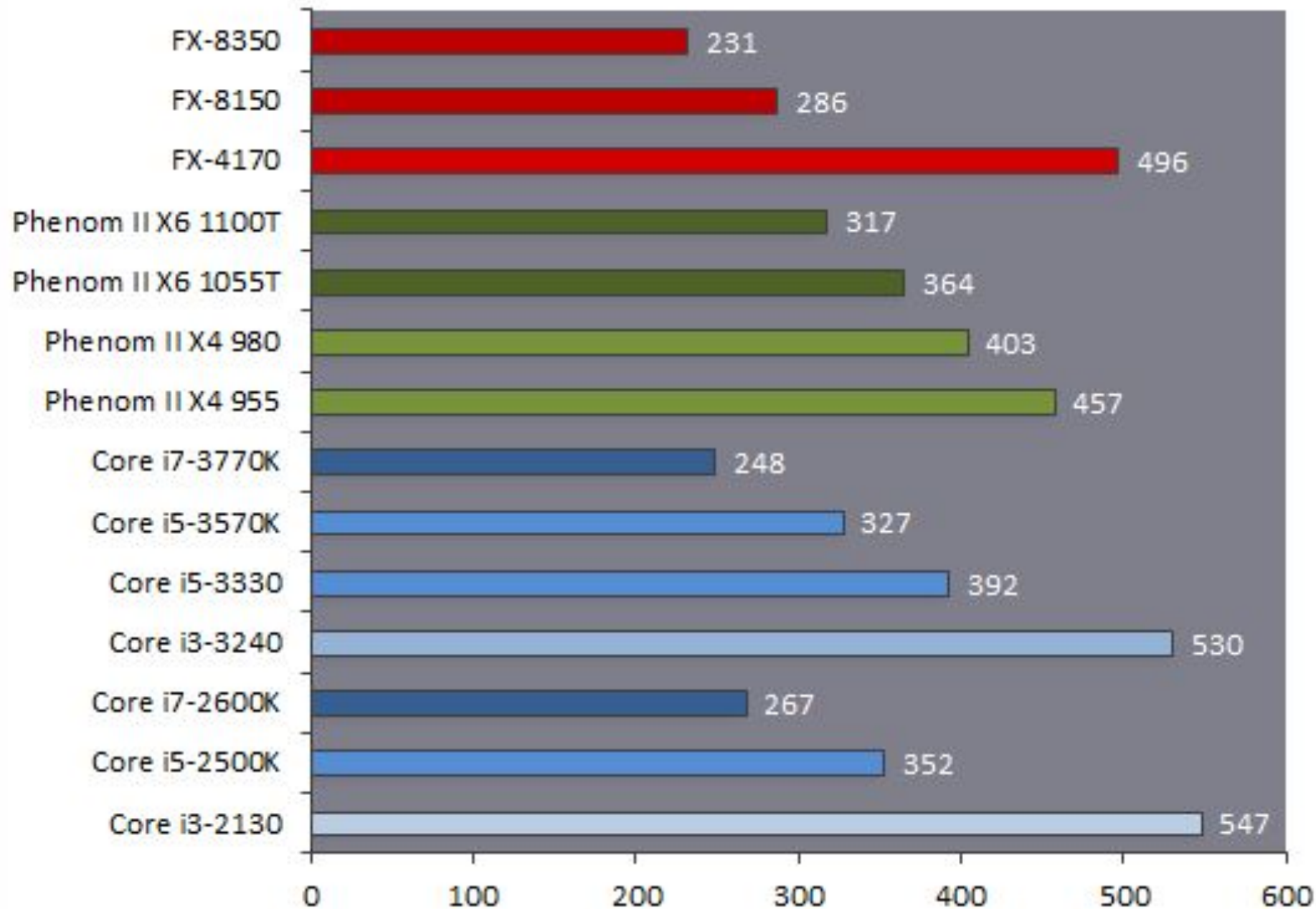
VS



# Мифы про AMD

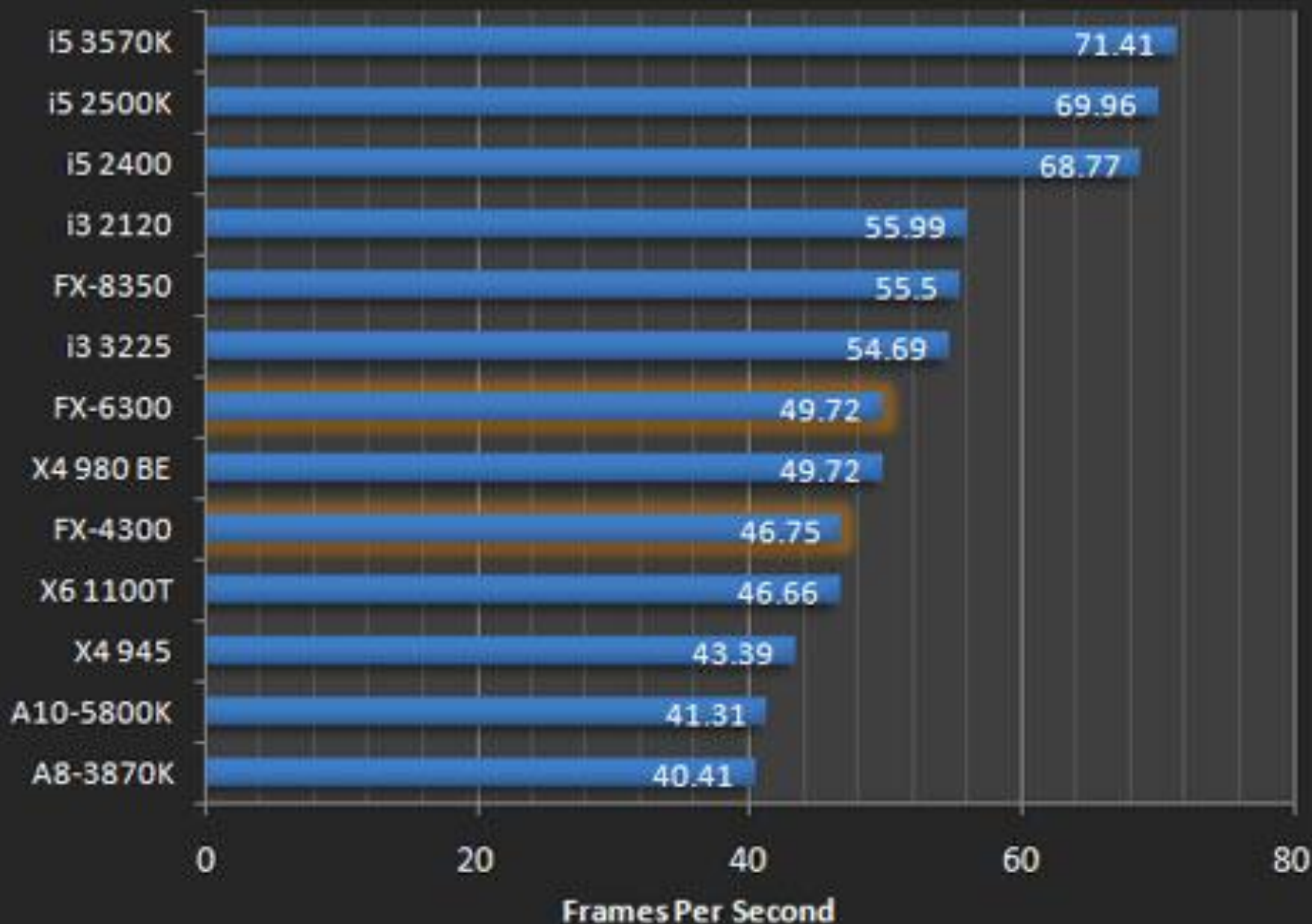


### 3d studio max 2011 - V-Ray 2 (secondes)



# The Elder Scrolls: Skyrim (DX9)

1920 x 1080, Highest Settings, High Res Texture Pack, 4x AA + FXAA



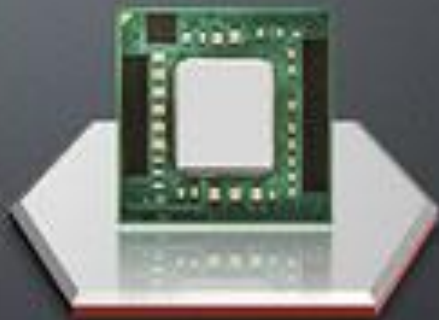


# Центральные процессоры для ноутбуков

2012: INTRODUCING THE TRINITY APU

NEW 2<sup>ND</sup>-GEN APU ARCHITECTURE — IMPROVED PERFORMANCE/EFFICIENCY<sup>3</sup>

“Llano”



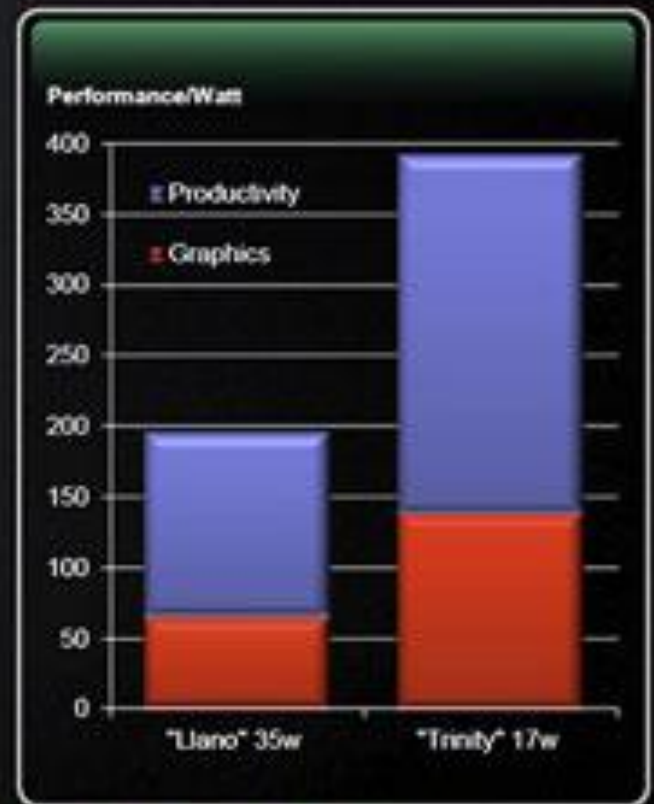
- 228 sq. mm
- 1.178 Billion Transistors
- 35–45 watts

“Trinity”



New  
19W  
Quad

- 246 sq. mm
- 1.303 Billion Transistors
- 17–35 watts



**Double the Performance per Watt of “Llano”**

# Центральные процессоры для ноутбуков

- «интегрированная графика Trinity + дискретная Radeon HD 7670M» смотрится весьма привлекательно
- Возвращаясь все к тому же Carrizo от AMD, который был выпущен в 2015 году, то стоит заметить, что система имеет уже интегрированный видеodeкодер UVD-6. Благодаря этому декодеру появилась возможность просмотра видео в форматах H.264 и H.265. Как было заявлено производителями Carrizo, это первый в мире чип для ноутбуков, которому подвластно



# Процессор для бюджетной системы с нетребовательными задачами

- Здесь, мне кажется, стоит отдать предпочтение AMD. Тот же самый новый Trinity, к примеру A4-5300 за 50-60\$, будет отлично смотреться в бюджетных домашних системах, особенно при попытках нагрузить систему графическими задачами, такими как игры. Ну или на худой конец, можно укомплектовать систему самым дешевым Llano,
- AMD-шная Carrizo 2015 года станет отличным решением не только для домашнего использования, но и вполне может занимать почетные места среди офисных машин. Но главной целью AMD был выпуск совершенно нового процессора, который удовлетворит потребности функциональности ноутбуков.
- Интеловская компания с Broadwell, который стал «нелюбимым ребенком», во многом проигрывает позиции AMD-шникам. Так, в частности хоть Broadwell и напичкан мощным графическим ядром Iris Pro 6200, но функциональность на уровне офисных расчетов желает лучшего. Broadwell недалеко ушел от Sandy Bridge, который действительно справлялся с вычислительными задачами на должном уровне.
- Так что для офисного парка машин хорошим выбором будет бюджетный процессор Intel Pentium G на Sandy Bridge, выпущенный в 2013 году или же новая работа Carrizo 2015 года от AMD
- за 40\$.

# Процессор для игрового компьютера



- Если Вам не жаль немного переплатить, и при этом вы хотите получить определённый задел на будущие год-два в большинстве игр, то именно Core i5 на Ivy Bridge в большинстве случаев будет наиболее оптимальным вариантом, нежели любой из Vishera. Ни в коем случае не хочу сказать, что Vishera абсолютно не подходит для игр. В силу своей цены тот же FX-6300 будет очень неплохим вариантом для недорогой игровой системы, правда тут его поджимает Core i3.
- Но первенство для игровых нагрузок и домашней системы типа «под все задачи» всё же за Core i5, как мейнстрим-вариант можно назвать Core i5-3570 или же i5-3470. В особо экстремальных игровых вариантах, ещё более продвинутым решением будет Core i7, но на данном этапе развития игровой индустрии и классическом варианте использования его производительность в большинстве случаев избыточна.
- Так что для хорошей игровой системы рекомендован Intel core i5 (в отдельных случаях i7), а для более дешёвой игровой системы неплохо подойдёт FX-6300 – здесь уже нужно смотреть на второстепенные задачи и отталкиваясь от них, отдавать предпочтение тому или иному варианту.

# Процессор для ресурсоемкой вычислительной работы

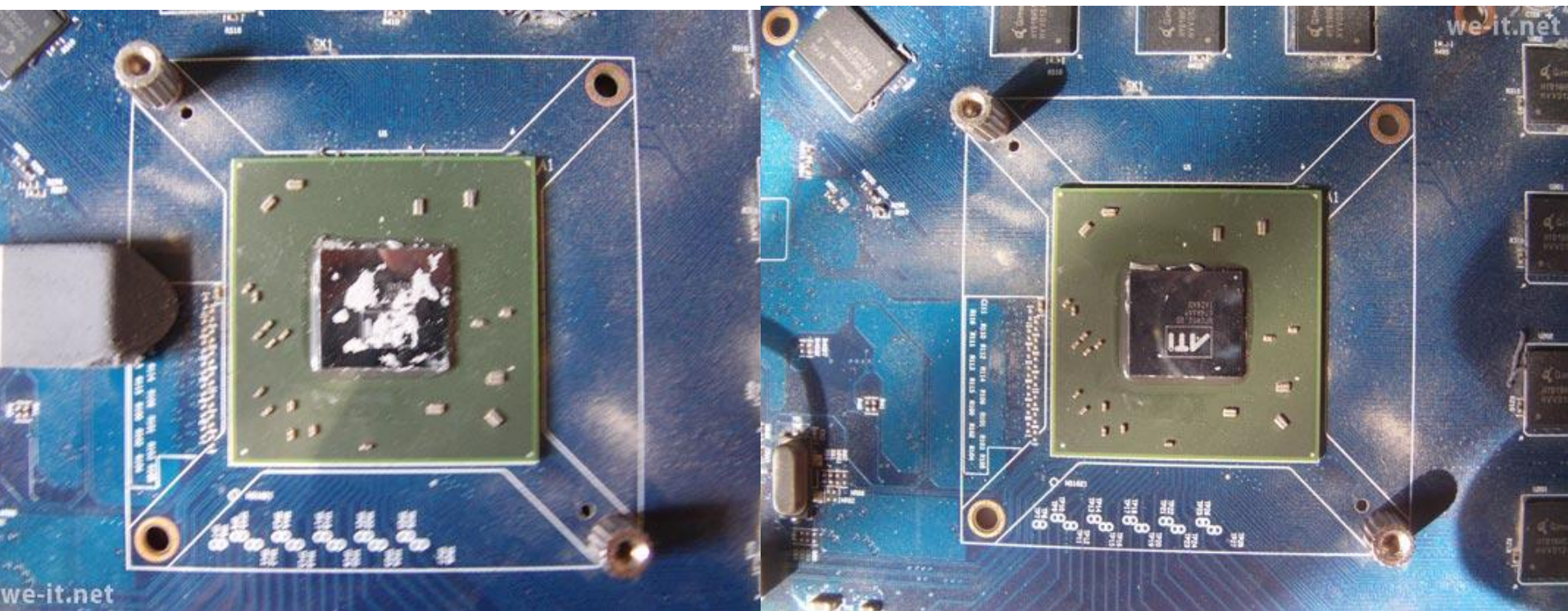
- Обработка и кодирование видео/аудио, работа в сложных графических приложениях, а также любые другие виды сложной вычислительной работы или работа в серверах начального уровня – всё это зачастую может быть разделено на множество потоков.

Многопоточность – это конёк FX-8350. При своей небольшой стоимости данный процессор показывает уровень i7-3770K, а иногда и обходит его в вышеуказанных видах задач. Поэтому для рабочих нагрузок, при нежелании траты лишних средств – только FX-8350.

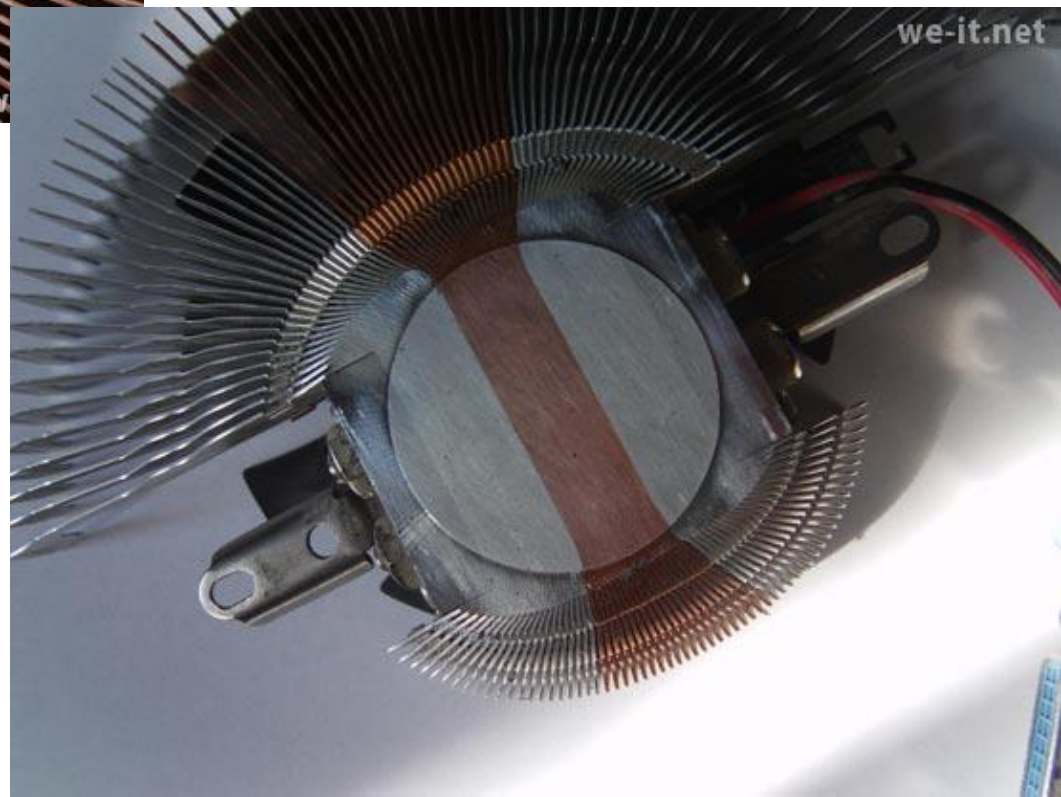
Доп Информация



# Правильное удаление и нанесение термопасты на процессор









# Что такое термопаста? И для чего она нужна?

- **Термопаста (теплопроводная паста)** – это многокомпонентное вещество, которое находится в пластичном состоянии и имеет высокую теплопроводность. Используется данное вещество для уменьшения теплового сопротивления между прикасающимися поверхностями.

# Нанесение термопасты

## НЕПРАВИЛЬНО



Слой термопасты между поверхностями радиатора и процессора.

## ПРАВИЛЬНО



Поверхности радиатора и процессора ПЛОТНО прилегают друг к другу.  
Термопаста заполняет ТОЛЬКО неровности в этих поверхностях.

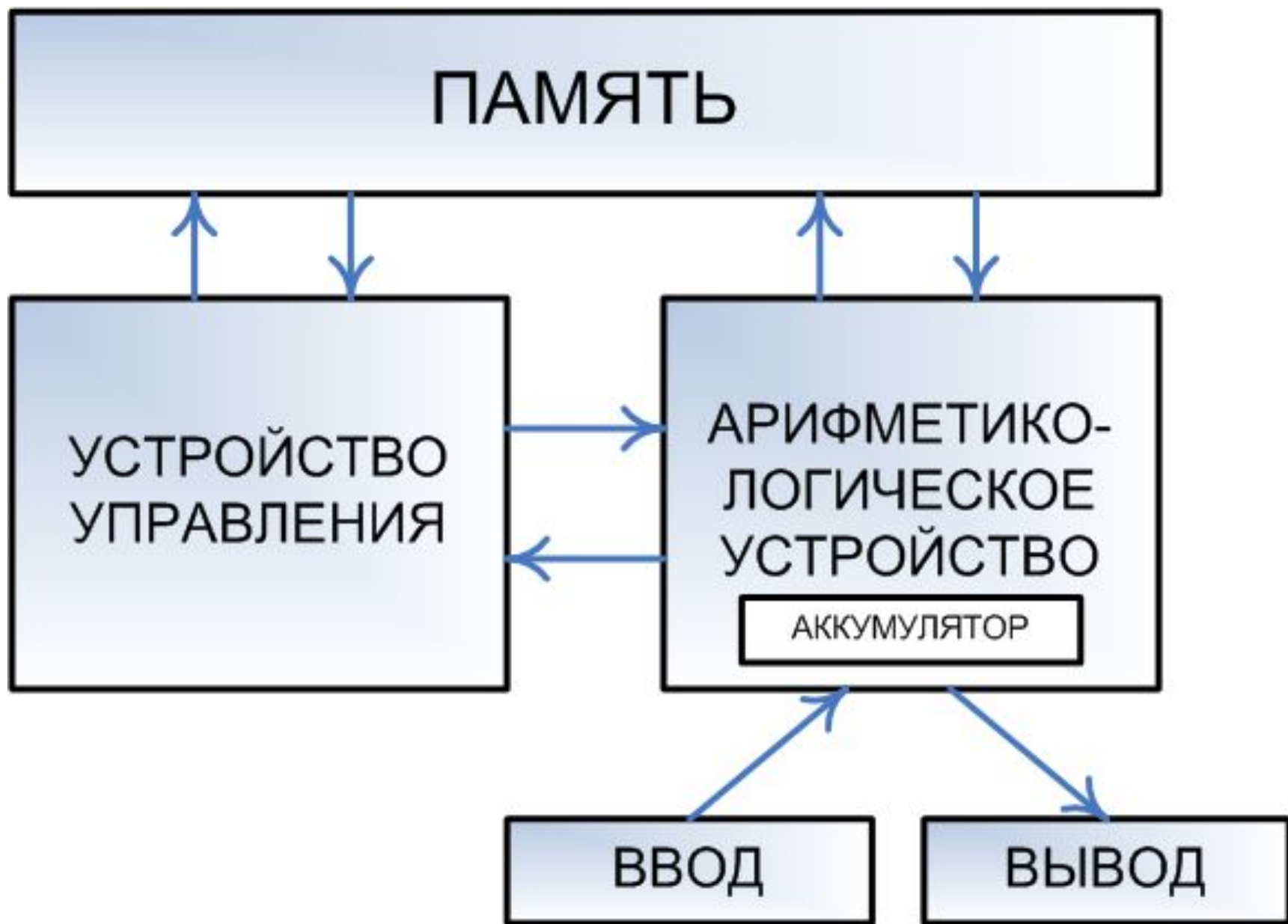
# Архитектура фон Неймана

- Архитектура фон Неймана (англ. Von Neumann architecture) — широко известный принцип совместного хранения программ и данных в памяти компьютера. Вычислительные системы такого рода часто обозначают термином «Машина фон Неймана», однако, соответствие этих понятий не всегда однозначно. В общем случае, когда говорят об архитектуре фон Неймана, подразумевают физическое отделение процессорного модуля от устройств хранения программ и данных.

# «Принципы фон Неймана»

- 1. Принцип программного управления.
- Программа состоит из набора команд, которые выполняются процессором друг за другом в определенной последовательности.
- 2. Принцип однородности памяти.
- Как программы (команды), так и данные хранятся в одной и той же памяти (и кодируются в одной и той же системе счисления - чаще всего двоичной). Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными.
- 3. Принцип адресуемости памяти.
- Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек; процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка.
- Компьютеры, построенные на этих принципах, относят к типу фоннеймановских.





# Этапы цикла выполнения:

- Процессор выставляет число, хранящееся в регистре счётчика команд, на шину адреса, и отдаёт памяти команду чтения;
- Выставленное число является для памяти адресом; память, получив адрес и команду чтения, выставляет содержимое, хранящееся по этому адресу, на шину данных, и сообщает о готовности;
- Процессор получает число с шины данных, интерпретирует его как команду (машинную инструкцию) из своей системы команд и исполняет её;
- Если последняя команда не является командой перехода, процессор увеличивает на единицу (в предположении, что длина каждой команды равна единице) число, хранящееся в счётчике команд; в результате там образуется адрес следующей команды;
- Снова выполняется п. 1.

# Суперскалярная архитектура

- Способность выполнения нескольких машинных инструкций за один такт процессора. Появление этой технологии привело к существенному увеличению производительности.

# Конвейерная архитектура

- Конвейерная архитектура (pipelining) была введена в центральный процессор с целью повышения быстродействия. Обычно для выполнения каждой команды требуется осуществить некоторое количество однотипных операций, например: выборка команды из ОЗУ, дешифровка команды, адресация операнда в ОЗУ, выборка операнда из ОЗУ, выполнение команды, запись результата в ОЗУ. Каждую из этих операций сопоставляют одной ступени конвейера. Например, конвейер микропроцессора с архитектурой MIPS-I содержит четыре стадии:
  - получение и декодирование инструкции,
  - адресация и выборка операнда из ОЗУ,
  - выполнение арифметических операций,
  - сохранение результата операции.

# CISC-процессоры

- CISC (англ. Complex Instruction Set Computing) — концепция проектирования процессоров, которая характеризуется следующим набором свойств:
  - 1) Нефиксированным значением длины команды.
  - 2) Арифметические действия, кодируется в одной инструкции.
  - 3) Небольшим числом регистров, каждый из которых выполняет строго определённую функцию.

# RISC-процессоры

- Reduced Instruction Set Computing (technology) — вычисления с сокращённым набором команд. Архитектура процессоров, построенная на основе сокращённого набора команд. Характеризуется наличием команд фиксированной длины, большого количества регистров, операций типа регистр-регистр, а также отсутствием косвенной адресации. Концепция RISC разработана Джоном Коком (John Cocke) из IBM Research, название придумано Дэвидом Паттерсоном (David Patterson).
- Самая распространённая реализация этой архитектуры представлена процессорами серии PowerPC, включая G3, G4 и G5. Довольно известная реализация данной архитектуры — процессоры серий MIPS и Alpha.



# MISC-процессоры

- Minimum instruction set computer — вычисления с минимальным набором команд. Дальнейшее развитие идей команды Чака Мура, который полагает, что принцип простоты, изначальный для RISC-процессоров, слишком быстро отошёл на задний план. В пылу борьбы за максимальное быстродействие, RISC догнал и перегнал многие CISC процессоры по сложности. Архитектура MISC строится на стековой вычислительной модели с ограниченным числом команд (примерно 20-30 команд).

# VLIW-процессоры

- Very long instruction word — сверхдлинное командное слово. Архитектура процессоров с явно выраженным параллелизмом вычислений, заложенным в систему команд процессора. Являются основой для архитектуры EPIC. Ключевым отличием от суперскалярных CISC-процессоров является то, что для них загрузкой исполнительных устройств занимается часть процессора (планировщик), на что отводится достаточно малое время, в то время как загрузкой вычислительных устройств для VLIW-процессора занимается компилятор, на что отводится существенно больше времени (качество загрузки и, соответственно, производительность теоретически должны быть выше). Примером VLIW-процессора является Intel Itanium.

# Характерные особенности RISC-процессоров:

- Фиксированная длина машинных инструкций (например, 32 бита) и простой формат команды.
- Специализированные команды для операций с памятью — чтения или записи. Операции вида «прочитать-изменить-записать» отсутствуют. Любые операции "изменить" выполняются только над содержимым регистров (т.н. load-and-store архитектура).
- Большое количество регистров общего назначения (32 и более).
- Отсутствие поддержки операций вида "изменить" над укороченными типами данных - байт, 16битное слово. Так, например, система команд DEC Alpha содержала только операции над 64битными словами, и требовала разработки и последующего вызова процедур для выполнения операций над байтами, 16- и 32-битными словами.
- Отсутствие микропрограмм внутри самого процессора. То, что в CISC процессоре исполняется микропрограммами, в RISC процессоре исполняется как обыкновенный (хотя и помещенный в специальное хранилище) машинный код, не отличающийся принципиально от кода ядра ОС и приложений. Так, например, обработка отказов страниц в DEC Alpha и интерпретация таблиц страниц содержалась в так называемом PALCode (Privileged Architecture Library), помещенном в ПЗУ. Заменой PALCode можно было превратить процессор Alpha из 64битного в 32битный, а также изменить порядок байт в слове и формат входов таблиц страниц виртуальной памяти.

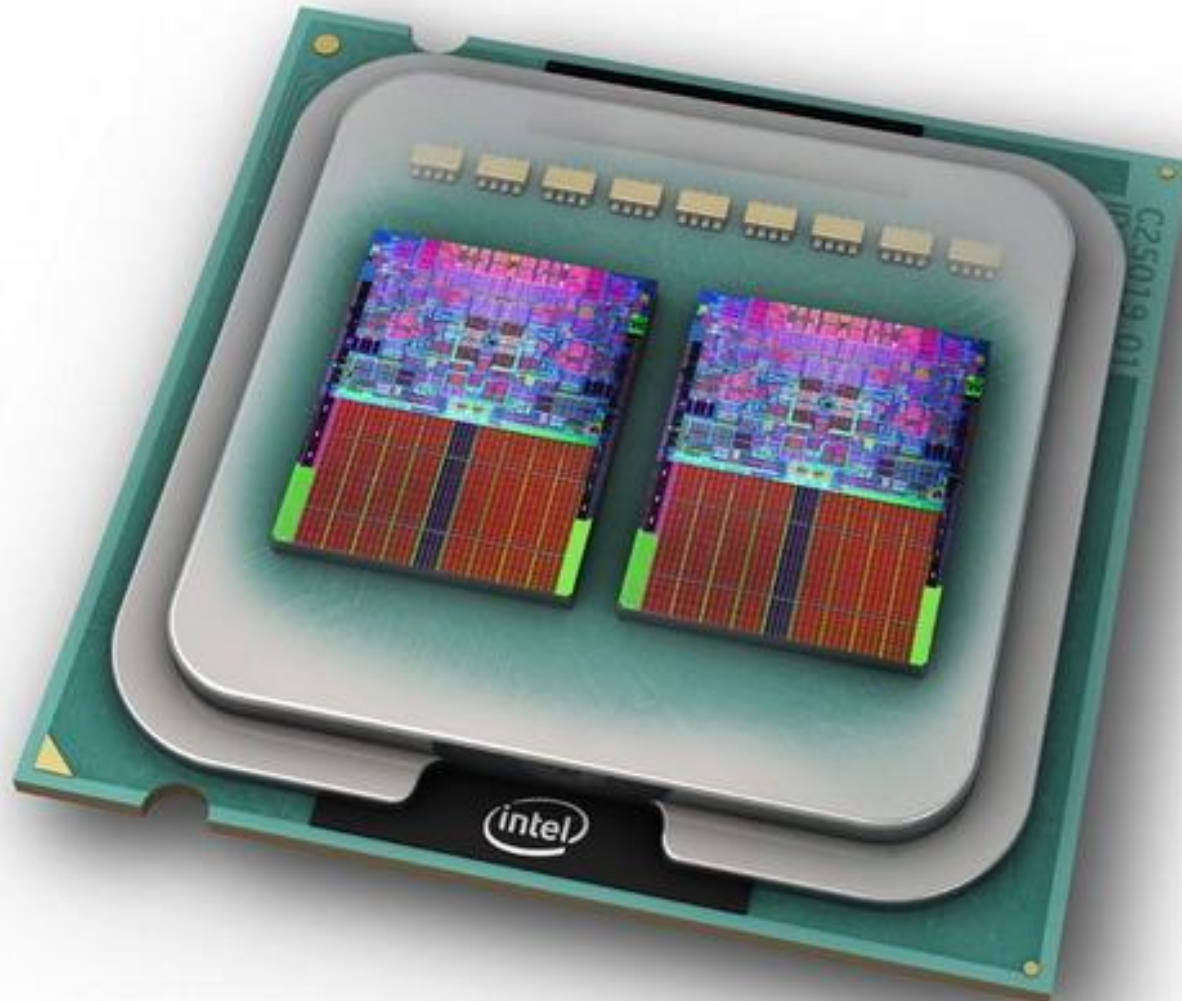
# Архитектуры, обычно обсуждаемые в связи с RISC:

- Суперскалярные архитектуры (первоначально Sun SPARC, начиная с Pentium использованы в семействе x86). Распараллеливание исполнения команд между несколькими устройствами исполнения, причем решение о параллельном исполнении двух или более команд принимается аппаратурой процессора на этапе исполнения. Эффективное использование такой архитектуры требует специальной оптимизации машинного кода в компиляторе для генерации пар независимых (результат одной не является входом другой) команд.
- Архитектуры VLIW (Very Long Instruction Word - Очень Длинное Слово Команды). Отличаются от суперскалярной архитектуры тем, что решение о распараллеливании принимается не аппаратурой на этапе исполнения, а компилятором на этапе генерации кода. Команды очень длинные, и содержат явные инструкции по распараллеливанию нескольких субкоманд на несколько устройств исполнения. Элементы архитектуры содержались в серии PA-RISC. VLIW-процессором в его классическом виде является Itanium, долгое время бывший самым мощным процессором в мире. Разработка эффективного компилятора для VLIW является сложнейшей задачей, решить которую не получалось долгое время. Преимущество VLIW перед суперскалярной архитектурой - компилятор является более сложной и "умной" системой, чем устройства управления процессора, системой, способной хранить больше контекстной информации и принимать более верные решения об оптимизации.

# Иные архитектурные решения, типичные для RISC:

- Спекулятивное исполнение. При встрече с командой условного перехода процессор исполняет (или по крайней мере читает в кэш инструкций) сразу обе ветви, до тех пор, пока не окончится вычисление управляющего выражения перехода. Позволяет отказаться от простого конвейера при условных переходах.
- Переименование регистров. Каждый регистр процессора на самом деле представляет собой несколько параллельных регистров, хранящих несколько версий значения. Используется для реализации спекулятивного исполнения.

# Псевдо-многоядерные процессоры





**AMD Phenom™**

ZD260114J4BGD

AAAZB AA 0744EPBW

1940241K70254



**AMD** 

© 2006 AMD

1.30V

DIFFUSED IN GERMANY

MADE IN MALAYSIA

29010

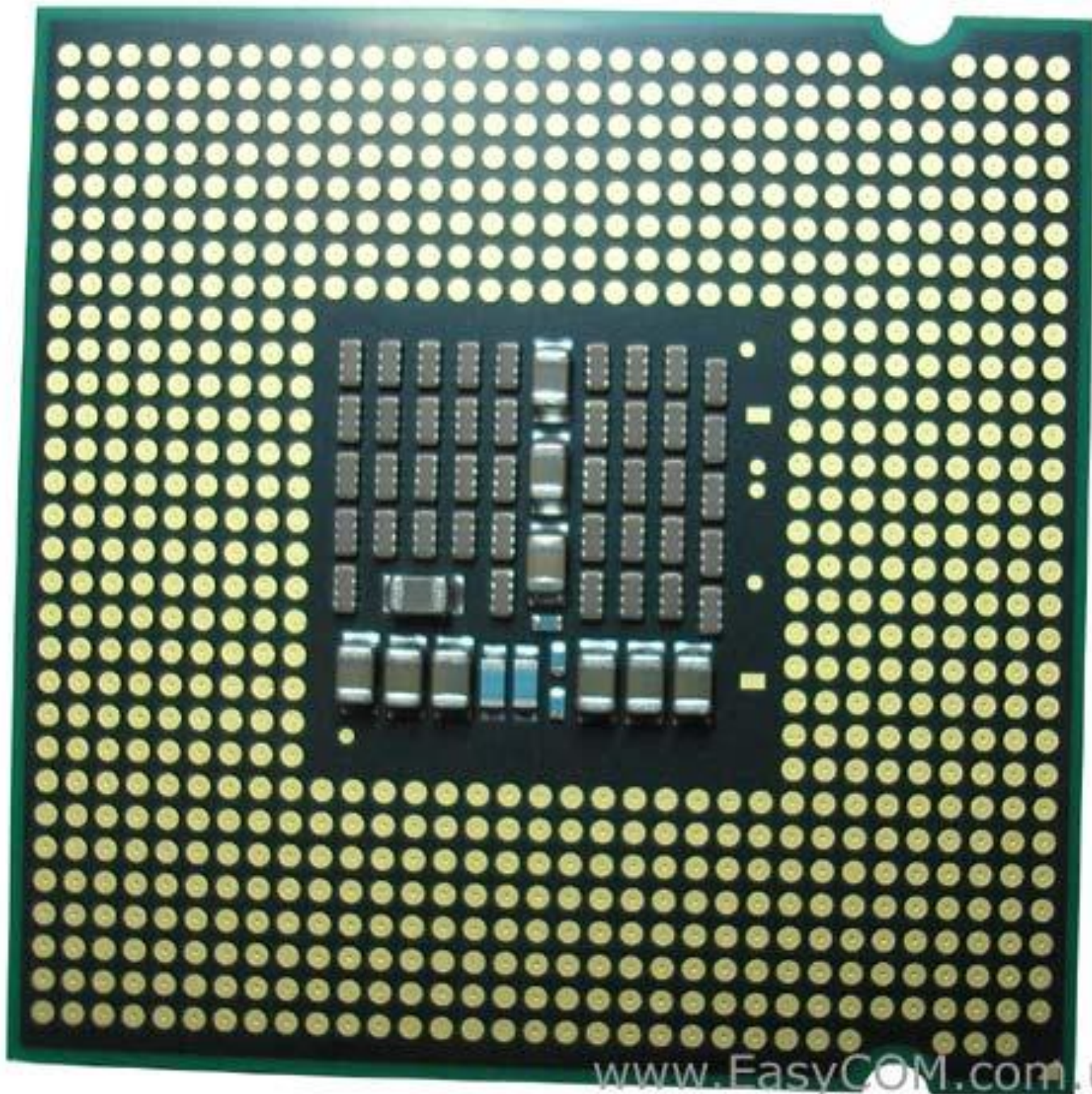
T



INTEL © '05 Q6600  
INTEL® CORE™2 QUAD  
SL9UM MALAY  
2.40GHZ/8M/1066/85B  
L720B016 ©

3A0767

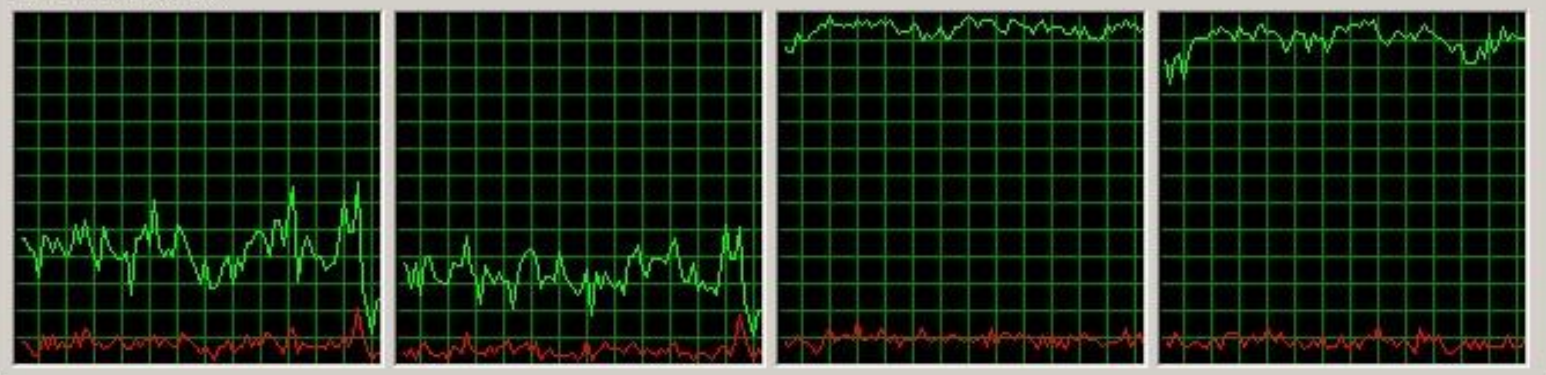




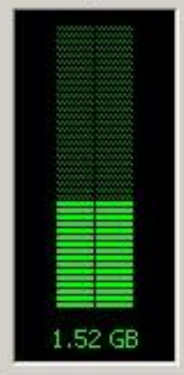
CPU Usage



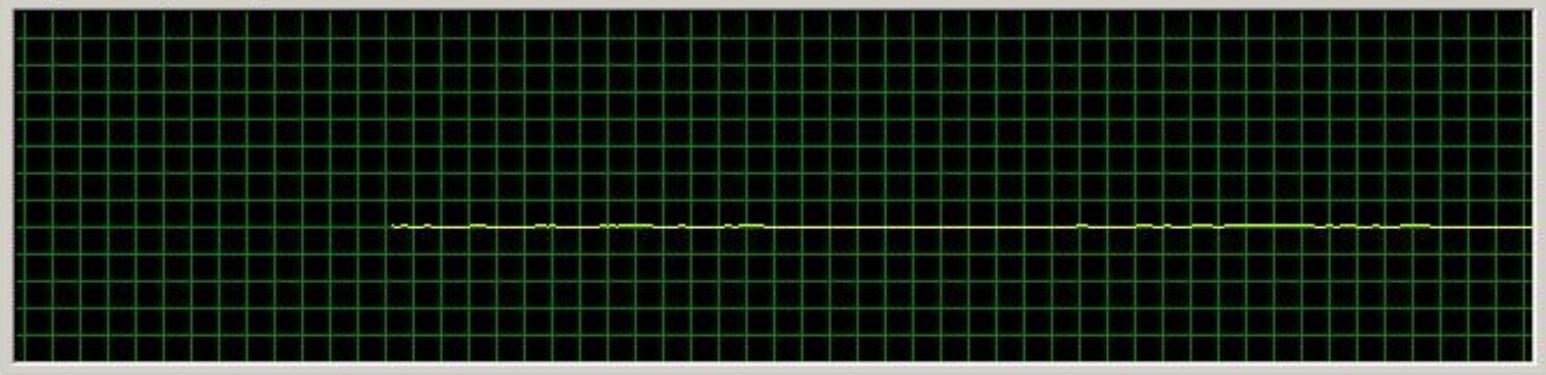
CPU Usage History



PF Usage



Page File Usage History



Totals

Handles	9053
Threads	459
Processes	62

Physical Memory (K)

Total	2096580
Available	1246496
System Cache	1065912

Commit Charge (K)

Total	1604468
Limit	4042240
Peak	1678180

Kernel Memory (K)

Total	96776
Paged	61008
Nonpaged	35768




CPU-Z

CPU Cache Mainboard Memory SPD About

Processor

Name	Intel Core 2 Quad Q6600		
Code Name	Kentsfield	Brand ID	
Package	Socket 775 LGA		
Technology	65 nm	Voltage	1.248 v



Specification	Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU @ 2.40GHz		
Family	6	Model	F Stepping 7
Ext. Family	6	Ext. Model	F Revision B3
Instructions	MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, EM64T		

Clocks (Core#0)		Cache	
Core Speed	2400.2 MHz	L1 Data	4 x 32 KBytes
Multiplier	x 9.0	L1 Code	4 x 32 KBytes
Bus Speed	266.7 MHz	Level 2	2 x 4096 KBytes
Rated FSB	1066.7 MHz	Level 3	

Selection Processor #1 Cores 4 Threads 4

Version 1.40

CPU-Z OK

CPU-Z

CPU Cache Mainboard Memory SPD About

L1 Data Cache

Size	32 KBytes	x 4
Descriptor	8-way set associative, 64-byte line size	

L1 Instruction Cache

Size	32 KBytes	x 4
Descriptor	8-way set associative, 64-byte line size	

L2 Cache

Size	4096 KBytes	x 2
Descriptor	16-way set associative, 64-byte line size	
Features		

L3 Cache

Size		
Descriptor		
Features		

Version 1.40


CPU-Z OK

CPU-Z

CPU Cache Mainboard Memory SPD About

Processor

Name	Intel Core 2 Quad Q6600		
Code Name	Kentsfield	Brand ID	
Package	Socket 775 LGA		
Technology	65 nm	Voltage	1.344 v



Specification	Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU @ 2.40GHz		
Family	6	Model	F Stepping 7
Ext. Family	6	Ext. Model	F Revision B3
Instructions	MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, EM64T		

Clocks (Core#0)

Core Speed	3438.3 MHz
Multiplier	x 9.0
Bus Speed	382.0 MHz
Rated FSB	1528.1 MHz

Cache

L1 Data	4 x 32 KBytes
L1 Code	4 x 32 KBytes
Level 2	2 x 4096 KBytes
Level 3	

Selection Processor #1 Cores 4 Threads 4

Version 1.40


CPU-Z OK

CPU-Z

CPU Cache Mainboard Memory SPD About

Processor

Name	Intel Core 2 Quad Q6600		
Code Name	Kentsfield	Brand ID	
Package	Socket 775 LGA		
Technology	65 nm	Voltage	1.344 v



Specification	Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU @ 2.40GHz		
Family	6	Model	F Stepping 7
Ext. Family	6	Ext. Model	F Revision B3
Instructions	MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, EM64T		

Clocks (Core#0)

Core Speed	3114.0 MHz
Multiplier	x 9.0
Bus Speed	346.0 MHz
Rated FSB	1384.0 MHz

Cache

L1 Data	4 x 32 KBytes
L1 Code	4 x 32 KBytes
Level 2	2 x 4096 KBytes
Level 3	

Selection Processor #1 Cores 4 Threads 4

Version 1.40

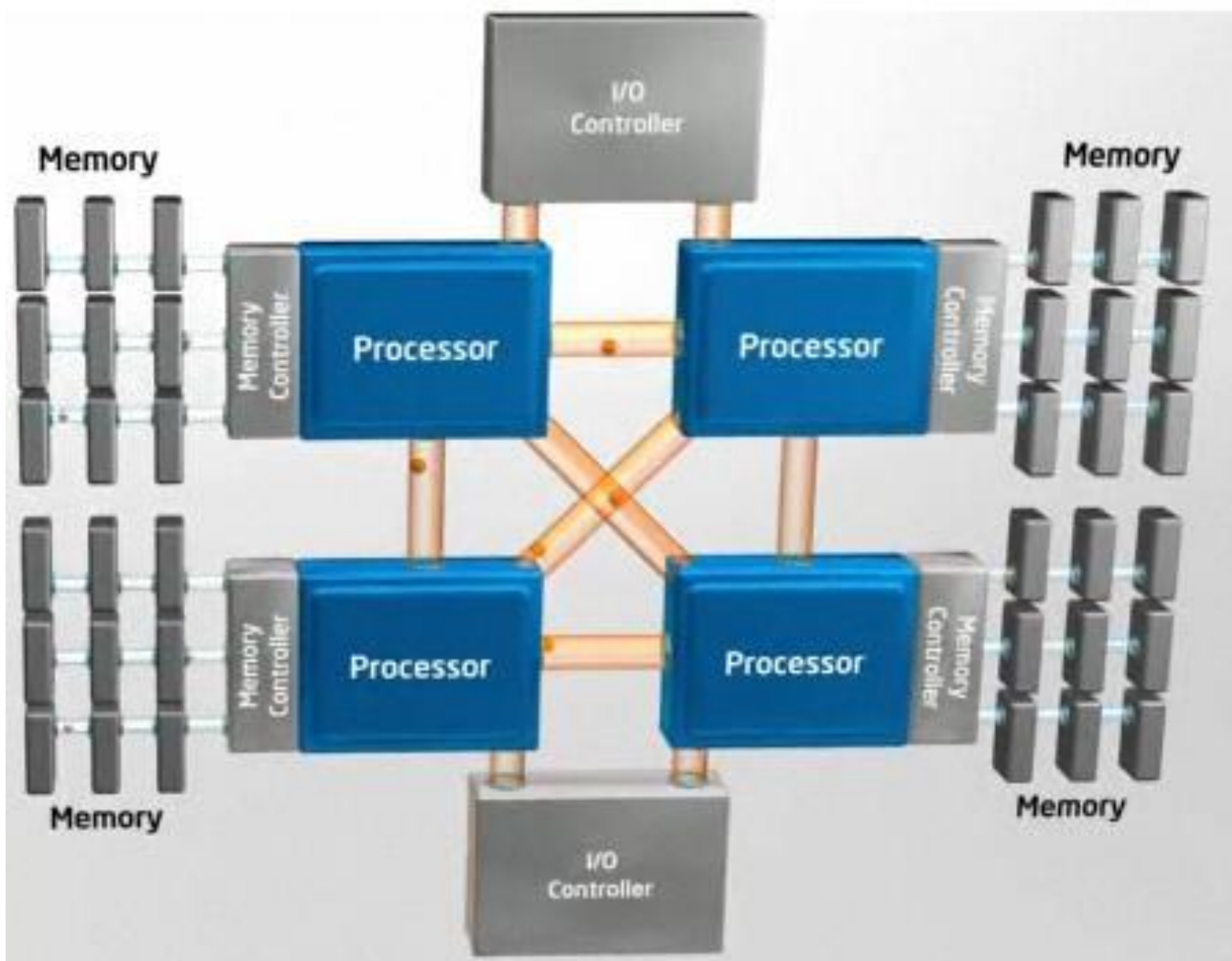
CPU-Z OK



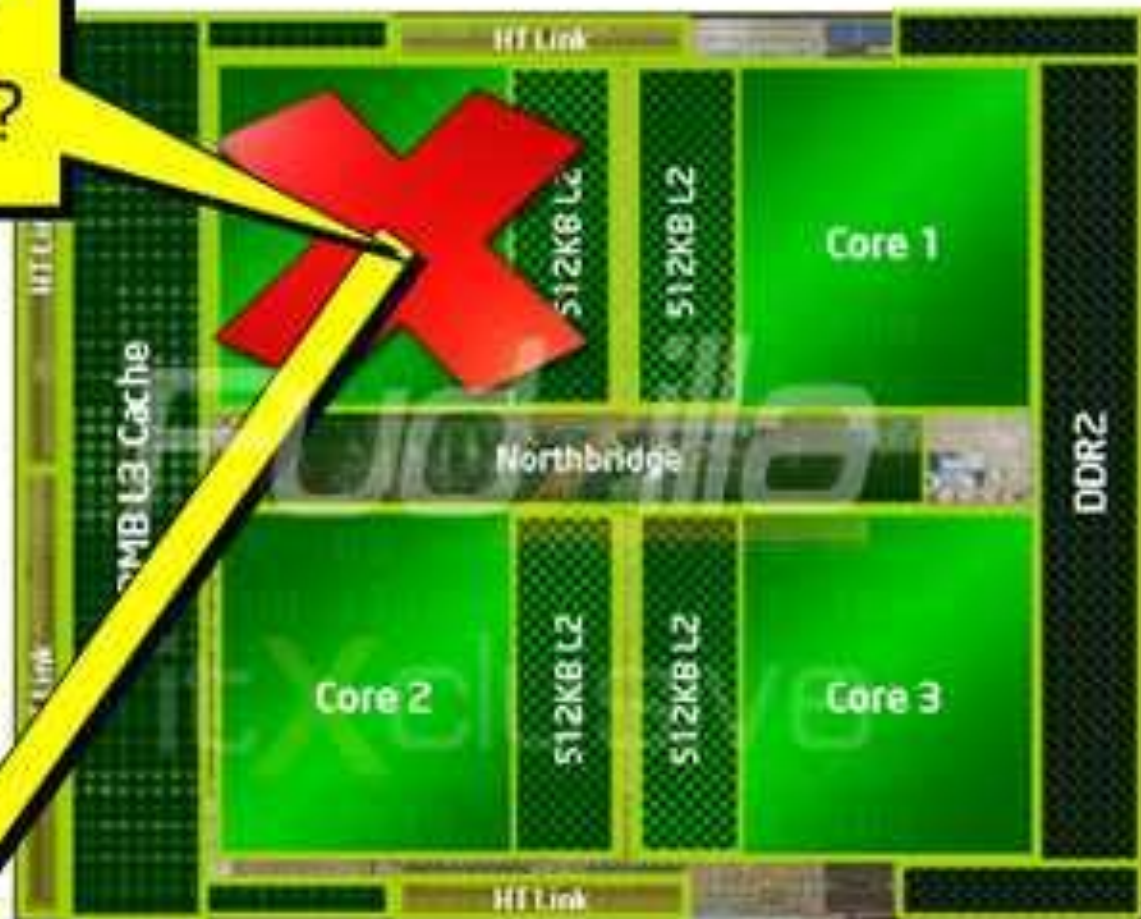
- TESTLAB1
- + ATITool Utility
  - + Computer
  - + Disk drives
  - + Display adapters
  - + DVD/CD-ROM drives
  - + IDE ATA/ATAPI controllers
  - + IEEE 1394 Bus host controllers
  - + Keyboards
  - + Mice and other pointing devices
  - + Monitors
  - + Network adapters
  - + Ports (COM & LPT)
  - Processors
    - Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU @ 2.40GHz
    - Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU @ 2.40GHz
    - Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU @ 2.40GHz
    - Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU @ 2.40GHz
  - + Sound, video and game controllers
  - + Storage controllers
  - + System devices
  - + Universal Serial Bus controllers

Температуры

Системная плата	43 °C (109 °F)
ЦП	40 °C (104 °F)
ЦП 1 / Ядро 1	52 °C (126 °F)
ЦП 1 / Ядро 2	45 °C (113 °F)
ЦП 1 / Ядро 3	44 °C (111 °F)
ЦП 1 / Ядро 4	48 °C (118 °F)



Three cores by design or via defective core?



# Инструкция (процессорная)

- Инструкция, команда — совокупность операций процессора, выполняющихся совместно, и кодируемая одним командным словом, которое нельзя разбить на независимые части без модификации.

В CISC-процессорах одна инструкция может состоять из неограниченного числа операций:

- инструкции обработки строк (MOVS, CMPS, SCAS в архитектуре x86 IA-32);
- блочные операции (LDIR, CPIR, INIR, OTIR в архитектуре Z80);
- некоторые реализации инструкций останова и ожидания (HALT в Z80 реализован как NOP без увеличения счётчика инструкций);

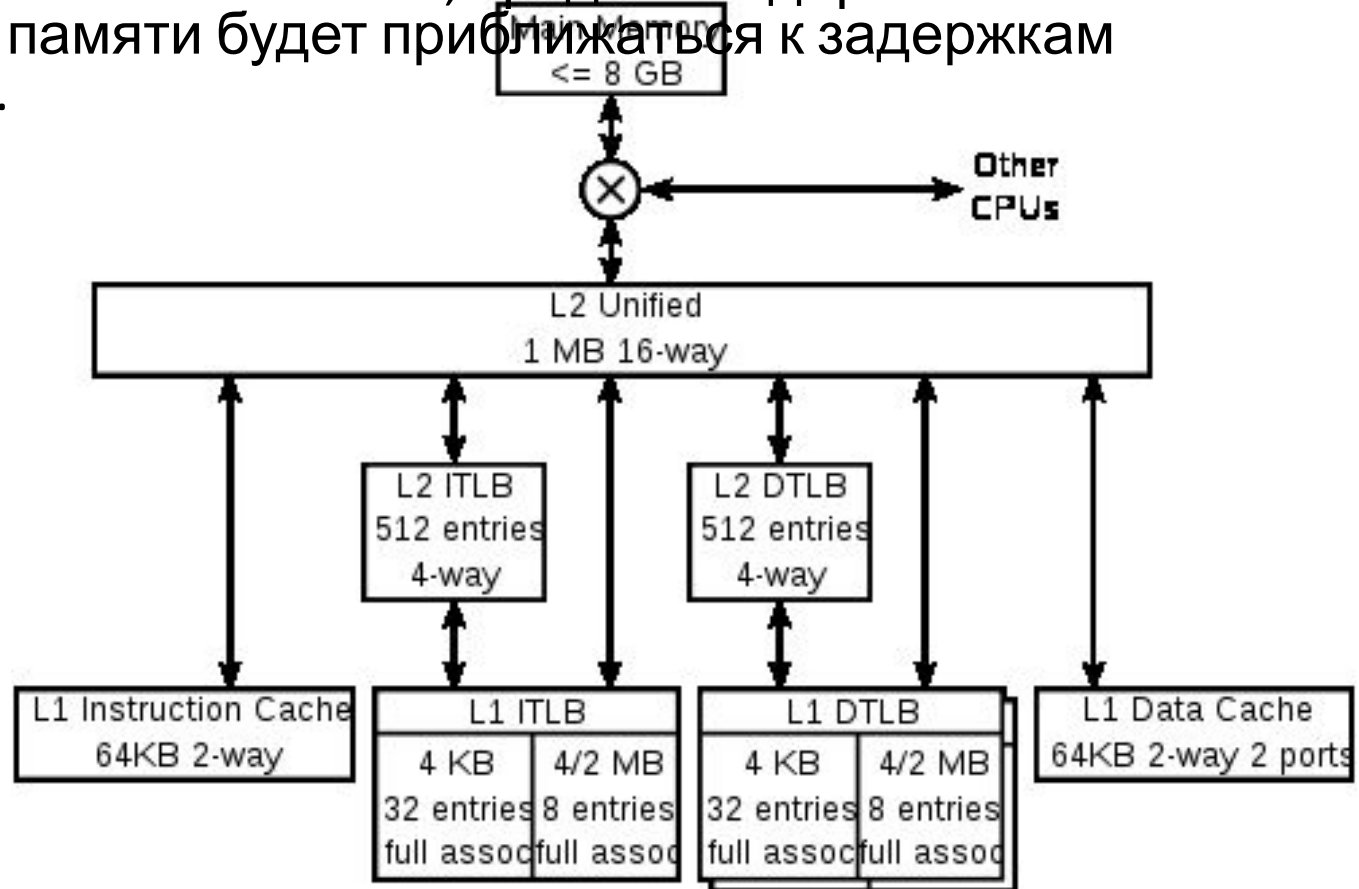
Хотя такие инструкции можно условно представить как совокупность операции совершающей одну итерацию с операцией перехода по условию обратно на начало инструкции.

В RISC-архитектуре одна инструкция содержит одну или минимально возможное число элементарных операций как следствие упрощения устройства управления. Но такая "классическая" реализация как правило дополняется небольшим количеством более развитых инструкций, разбиение которых на последовательность минимальных сильно снижает эффективность (Часто это инструкции чтения/записи групп регистров.)

Архитектура с широким командным словом представляет инструкцию как состоящую из некоторого числа „подынструкций“ определяющих операции, выполняемые одновременно на нескольких исполнительных устройствах. Командное слово в такой архитектуре состоит из нескольких слогов.

# Кэш микропроцессора

- Кэш, используемый микропроцессором для уменьшения среднего времени доступа к компьютерной памяти. Является одним из верхних уровней иерархии памяти. Кэш использует небольшую, но очень быструю память SRAM, которая хранит копию часто используемых данных из основной памяти. Если большая часть запросов в память будет обрабатываться кэшем, средняя задержка обращения к памяти будет приближаться к задержкам работы кэша.





Ядро использует 4 различных специализированных кэша: кэш инструкций, TLB инструкций, TLB данных и кэш данных:

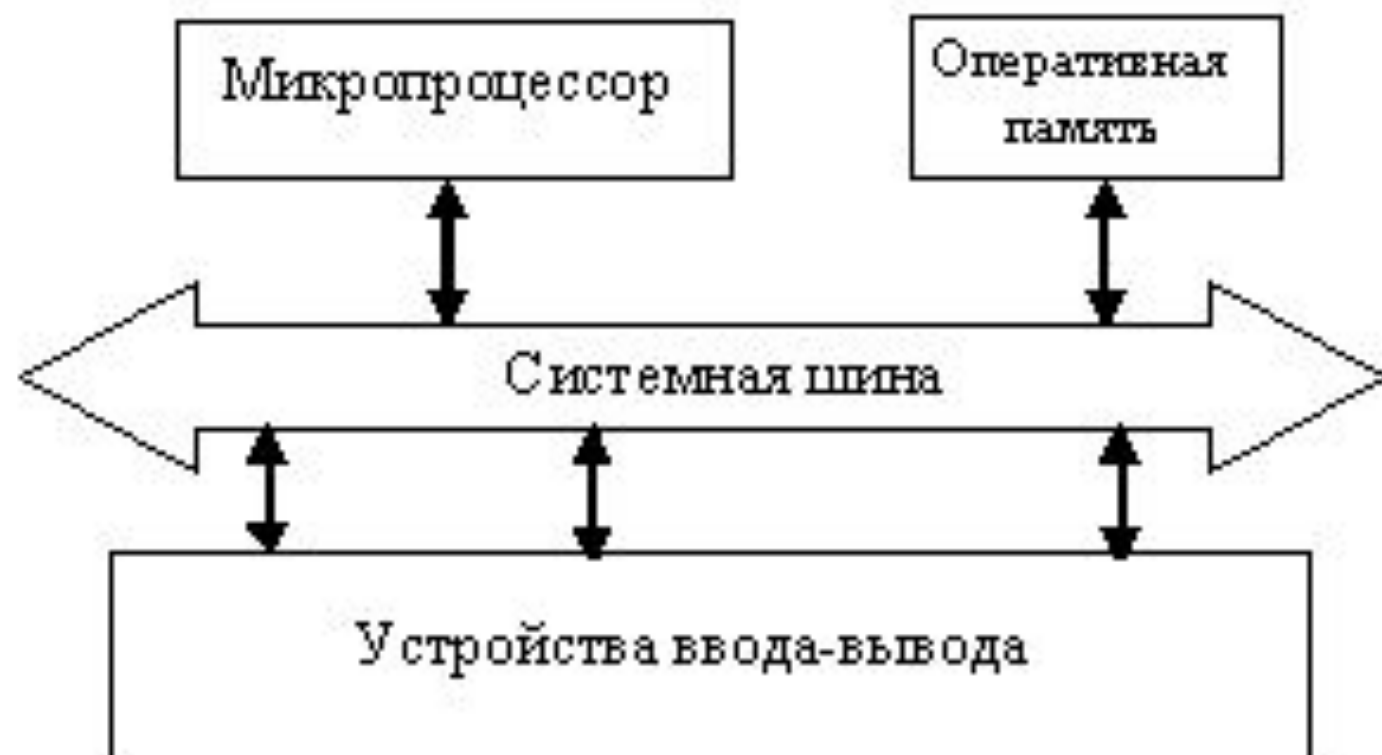
- Кэш инструкций состоит из 64-байтных блоков, являющихся копией основной памяти и может подгружать до 16 байтов за такт. Каждый байт в этом кэше хранится в 10 битах, а не в 8, причем в дополнительных битах отмечены границы инструкций (т.о. кэш проводит частичное преддекодирование). Для проверки целостности данных используется лишь контроль четности, а не ECC, так как бит четности занимает меньше места, а в случае сбоя поврежденные данные можно обновить правильной версией из памяти.
- TLB инструкций содержит копии записей из таблицы страниц. На каждый запрос чтения команд требуется трансляция математических адресов в физические. Записи о трансляции бывают 4 и 8 байтными и TLB разбит на 2 части, соответственно одна для 4 КБ отображений и другая для 2 и 4 МБ отображений (большие страницы). Такое разбиение упрощает схемы полностью ассоциативного поиска в каждой из частей. ОС и приложения могут использовать отображения различного размера для частей виртуального адресного пространства.
- TLB данных является сдвоенным, и оба буфера содержат одинаковый набор записей. Их сдвоенность позволяет производить каждый такт трансляцию для двух запросов к данным одновременно. Также как и TLB инструкций этот буфер разделен между записями двух видов.
- Кэш данных содержит 64-байтные копии фрагментов памяти. Он разделен на 8 банков (банок), каждый содержит по 8 килобайт данных. Кэш позволяет производить по два запроса к 8-байтовым данным каждый такт, при условии, что запросы будут обработаны различными банками. Теговые структуры в кэше продублированы, так как каждый 64-байтный блок распределен по всем 8 банкам. Если совершается 2 запроса в один такт, они работают с собственной копией теговой информации.

# Оперативная память

- Оперативная память — часть системы компьютерной памяти, в которой временно хранятся данные и команды, необходимые процессору для выполнения им операции и время доступа к которой не превышает одного его такта. Обязательным условием является адресуемость (каждое машинное слово имеет индивидуальный адрес) памяти. Передача данных в/из оперативную память процессором производится непосредственно, либо через сверхбыструю память.

# SPD

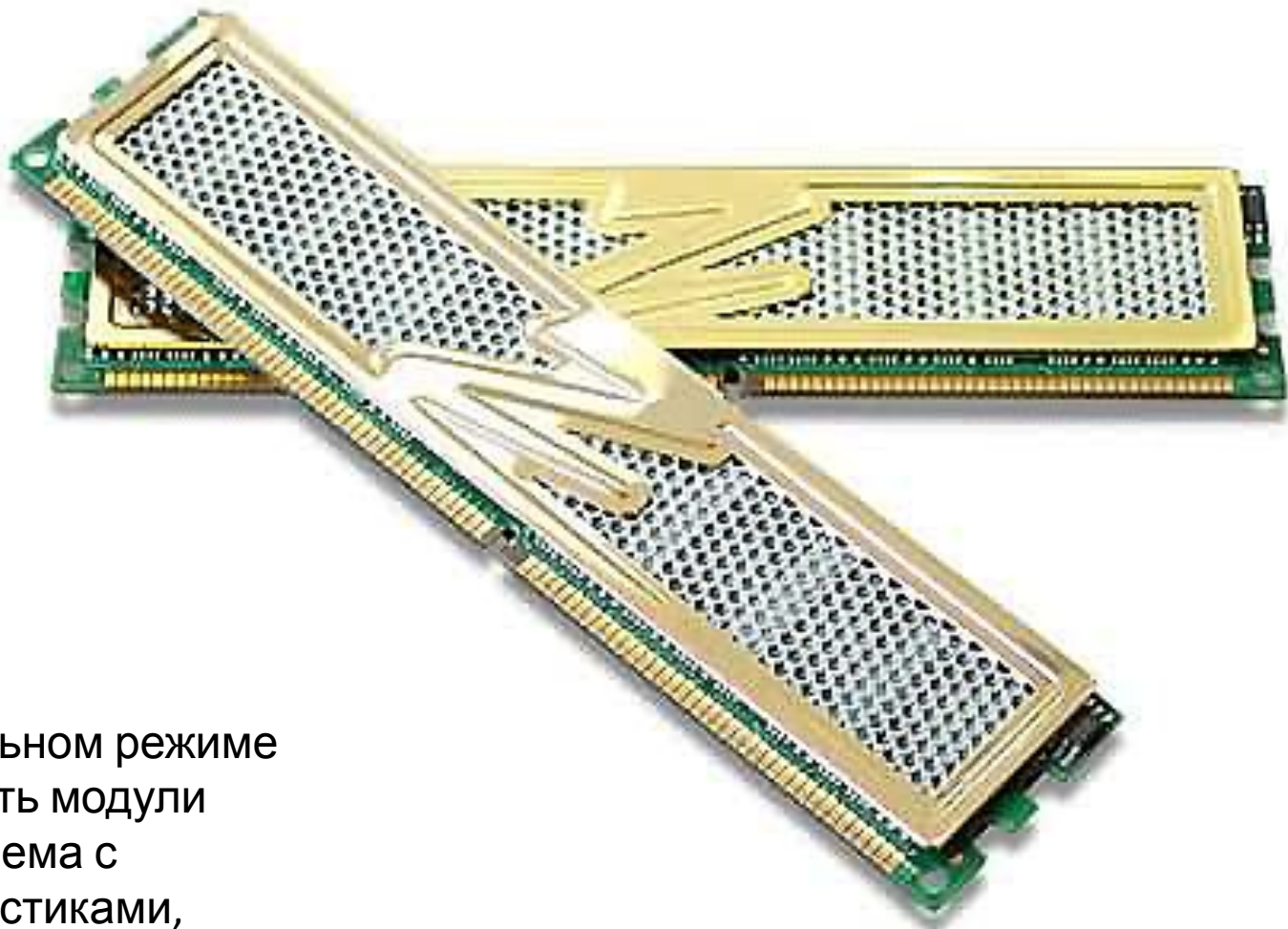
- Еще до появления первого типа синхронной динамической оперативной памяти SDR SDRAM стандартом JEDEC предусматривается, что на каждом модуле памяти должна присутствовать небольшая специализированная микросхема ПЗУ, именуемая микросхемой «последовательного обнаружения присутствия» (Serial Presence Detect, SPD). Эта микросхема содержит основную информацию о типе и конфигурации модуля, временных задержках которых необходимо придерживаться при выполнении той или иной операции на уровне микросхем памяти, а также прочую информацию, включающую в себя код производителя модуля, его серийный номер, дату изготовления и т.п. Последняя ревизия стандарта SPD модулей памяти DDR2 также включает в себя данные о температурном режиме функционирования модулей, которая может использоваться, например, для поддержания оптимального температурного режима посредством управления синхронизацией (регулированием скважности импульсов синхросигнала) памяти (так называемый «троттлинг памяти», DRAM Throttle). Более подробную информацию о микросхеме SPD











# Двухканальный режим памяти

Поддержка двухканального режима памяти. В двухканальном режиме вся оперативная память разбивается на два блока, с каждым блоком памяти работает отдельный независимый контроллер, благодаря чему эффективная пропускная способность удваивается.

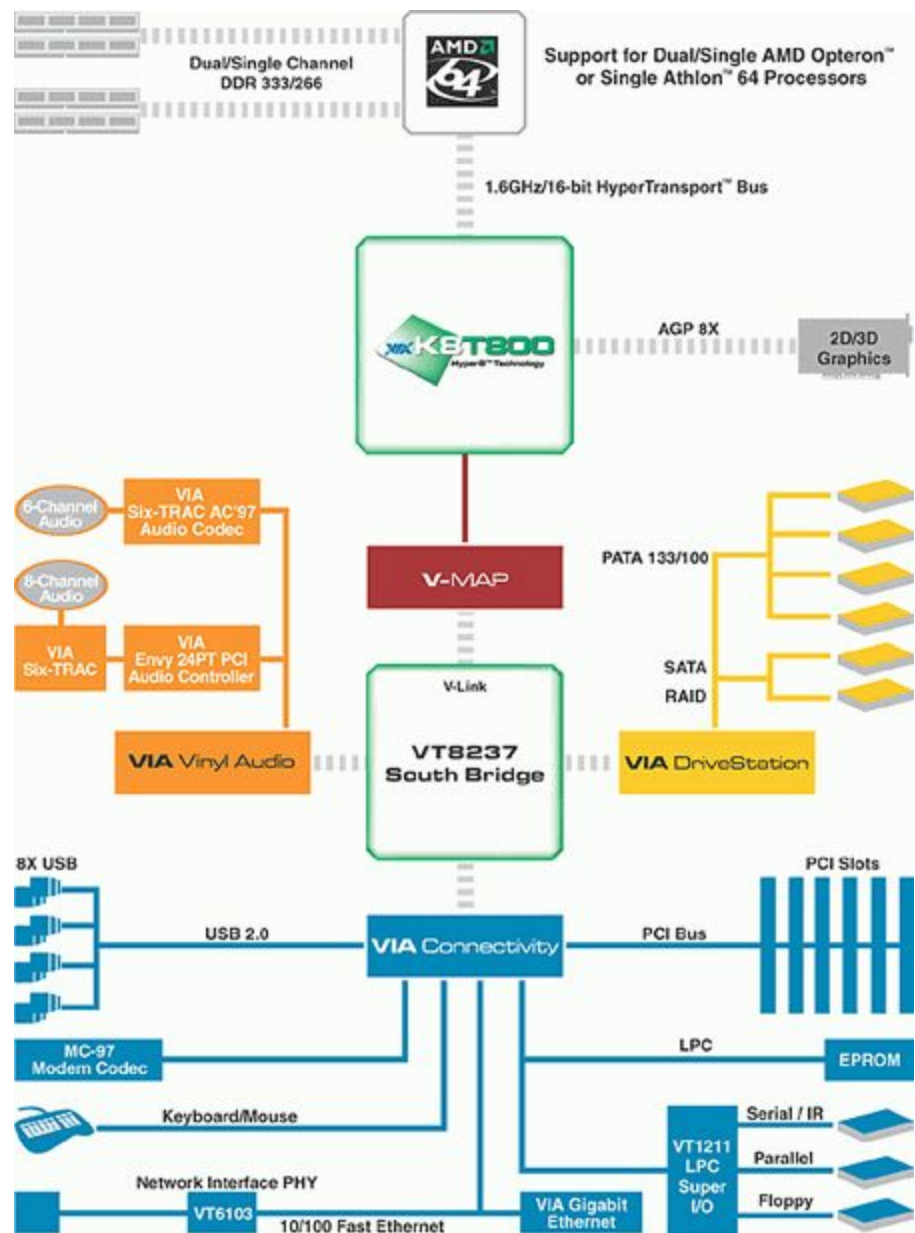


Для работы в двухканальном режиме необходимо использовать модули памяти одинакового объема с одинаковыми характеристиками,



 Частота ЦП	
 Частота ЦП	2347.4 MHz (исходное: 1800 MHz, overclock: 30%)
 Множитель ЦП	9.0x
 CPU FSB	260.8 MHz (исходное: 200 MHz, overclock: 30%)
 Шина памяти	213.4 MHz
 Соотношение DRAM:FSB	CPU/11

# Влияние изменения таймингов оперативной памяти на производительность Athlon 64 2800+ на платформе с чипсетом VIA K8T800



К основным техническим характеристикам чипсета VIA K8T800 относятся:

- поддержка процессоров AMD Athlon 64, Athlon 64 FX, Opteron (любых серий и под любые разъемы) ;
- AGP 8x;
- двунаправленная шина HyperTransport до процессора с частотой 800 МГц при разрядности 16 бит в каждую сторону;
- шина V-Link 8x (533 МБ/с) для связи с южным мостом;
- 2 канала на четыре устройства Parallel ATA (ATA133);
- поддержка двух устройств Serial ATA (SATA150);
- поддержка еще двух устройств Serial ATA при использовании PNY-контроллера (интерфейс SATAlite);
- V-RAID для создания RAID-массива из SATA-устройств (JBOD, 0, 1, 0+1 — последний режим, разумеется, только при возможности подключения 4 SATA-накопителей);
- 8 портов USB 2.0;
- 6 устройств PCI;
- MAC-контроллер Fast Ethernet (до 100 Мбит/с);
- интерфейс AC'97 для аудиокодеков (до 6 каналов);
- интерфейс MC'97 для модемных кодеков;
- LPC-шина для подключения устаревшей периферии.

Итак, изначально в процессе тестирования изменению подвергались следующие тайминги:

- CAS# Latency (tCL);
- RAS# to CAS# Delay (tRCD);
- Row Precharge (tRP);
- Cycle Time (Tras).

Задержки командного интерфейса

«Command Rate: 1T/2T»

- CAS# Latency (tCL) – параметр, управляющий задержкой времени (по периодам синхронизирующих импульсов) которая происходит до момента когда память начинает выполнять команду считывания после ее получения. Также определяет значение "цикла таймера" для завершения первой части пакетной передачи. Чем меньше время ожидания, тем быстрее происходит транзакция. Может принимать значения: 2; 2,5 и 3.
- RAS# to CAS# Delay (tRCD) – опция, позволяющая выставить задержку между сигналами RAS (Row Address Strobe) и CAS (Column Address Strobe). Проще говоря – задержка, происходящая когда что-то записывается, обновляется или считывается в памяти. Естественно, что уменьшение данного параметра приводит к улучшению производительности, а увеличение, наоборот, к ее снижению. Выбор осуществим из значений: 2; 3 и 4.
- Row Precharge (tRP) – время предварительного заряда. Данная опция устанавливает количество циклов необходимых, чтобы RAS накопил свой заряд перед обновлением SDRAM. Как правило, уменьшение времени предварительного заряда улучшает производительность SDRAM. Допустимые значения: 2; 3; 4.
- Cycle Time (Tras) – функция, позволяющая изменить минимальное количество циклов памяти требуемых для Tras и Trc. Tras означает SDRAM`s Row Active Time (время активности ряда SDRAM ), то есть период времени в течение которого ряд открыт для переноса данных. Также существует термин Minimum RAS Pulse Width (минимальная длительность импульса RAS). Trc, с другой стороны, означает SDRAM`s Row Cycle Time (цикл памяти/время цикла ряда SDRAM), то есть период времени в течение которого завершается полный цикл открытия и обновления ряда. В большинстве BIOS материнских плат, основанных на чипсете VIA K8T800, возможен широкий диапазон выбора между значениями от 5 до 15.

CPU

Cache

TLB

Chipset

Memory

SPD

DMI

RAM Database

Type

DDR SDRAM

Total Size

512 MB

Frequency

200,00 MHz

Row Size

512 MB

Channels #

1

Performance Mode

N/A

Refresh Interval

7,800 us

 Adjust Memory Timings

Bank/Node Interleave

Off

Activate Row A to B (tRRD)

2 cycles

Super Bypass Wait State

N/A

CAS# Latency (tCL)

2,0 cycles

Read Wait State

N/A

RAS# to CAS# Delay (tRCD)

2 cycles

Write to Read Delay (tWTR)

2 cycles

Row Precharge (tRP)

2 cycles

Write Recovery (tWR)

3 cycles

Activate to Precharge (tRAS)

5 cycles

Idle Cycle Limit

16 cycles

Activate to Activate/AR (tRC)

11 cycles

Page Hit Limit

N/A

Activate/AR to AR (tRFC)

13 cycles

CPU Index

0

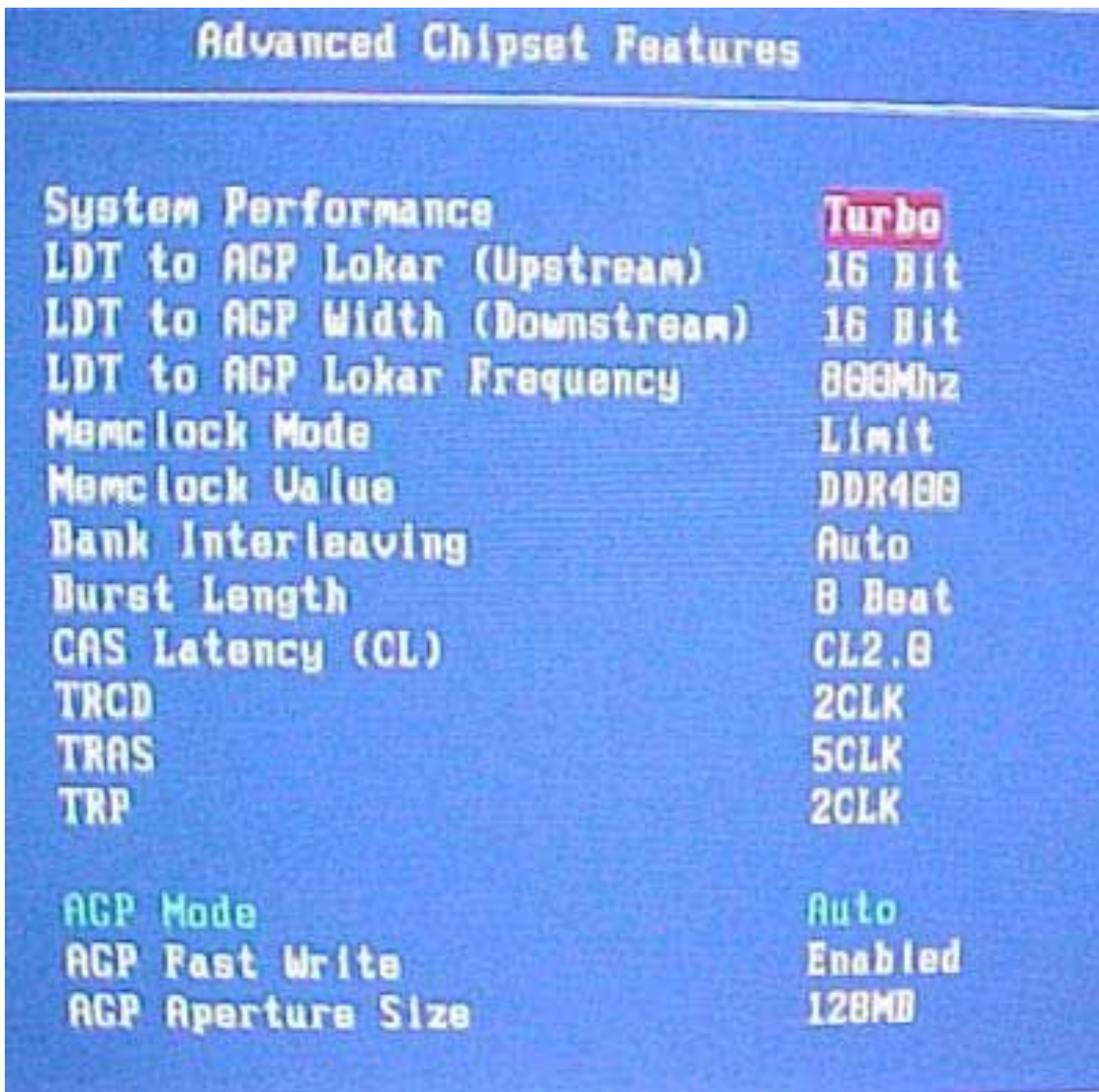
Row Index

0

Refresh



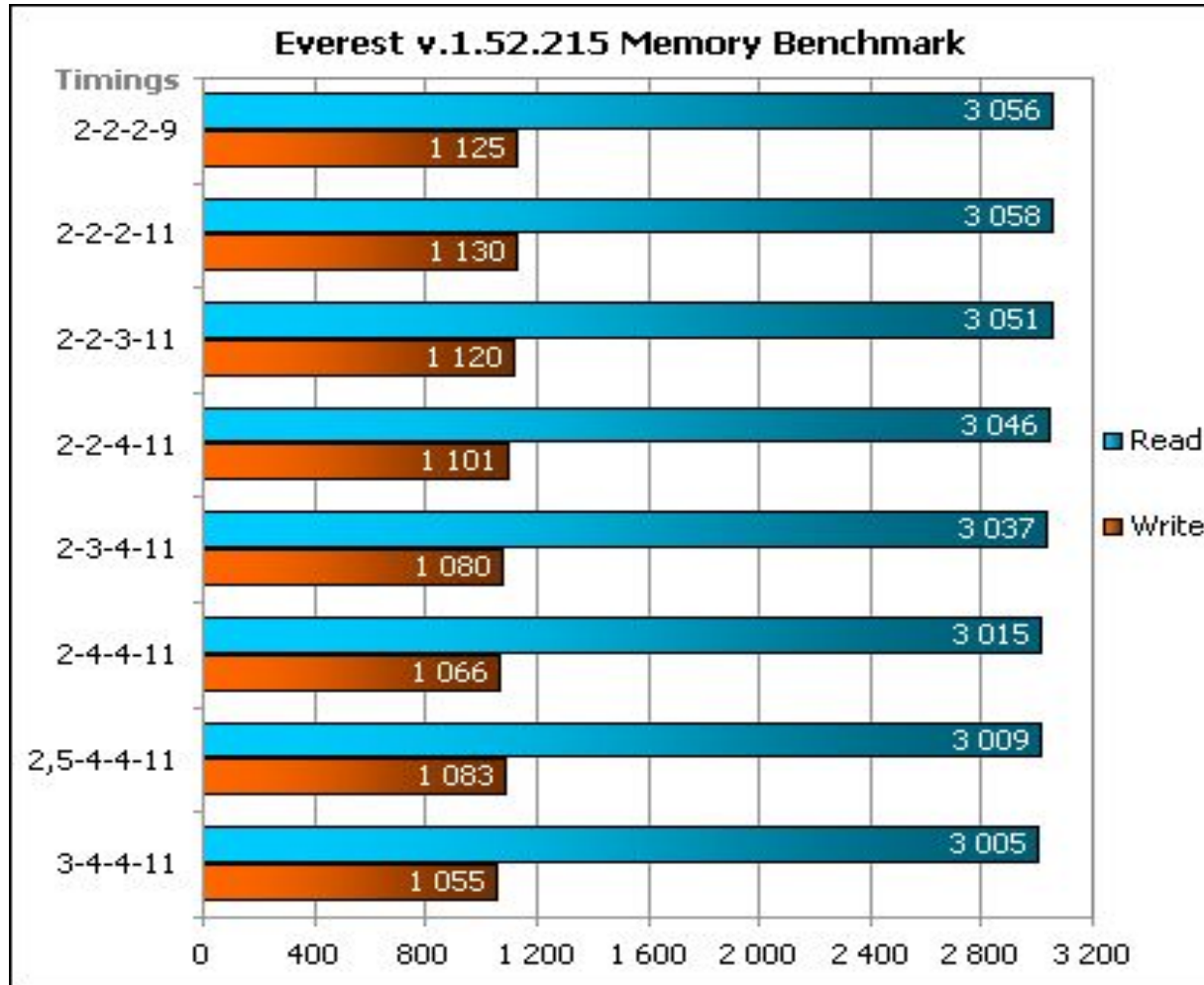
- Технология Cool'n'Quiet во время тестирования была отключена в BIOS Setup материнской платы.



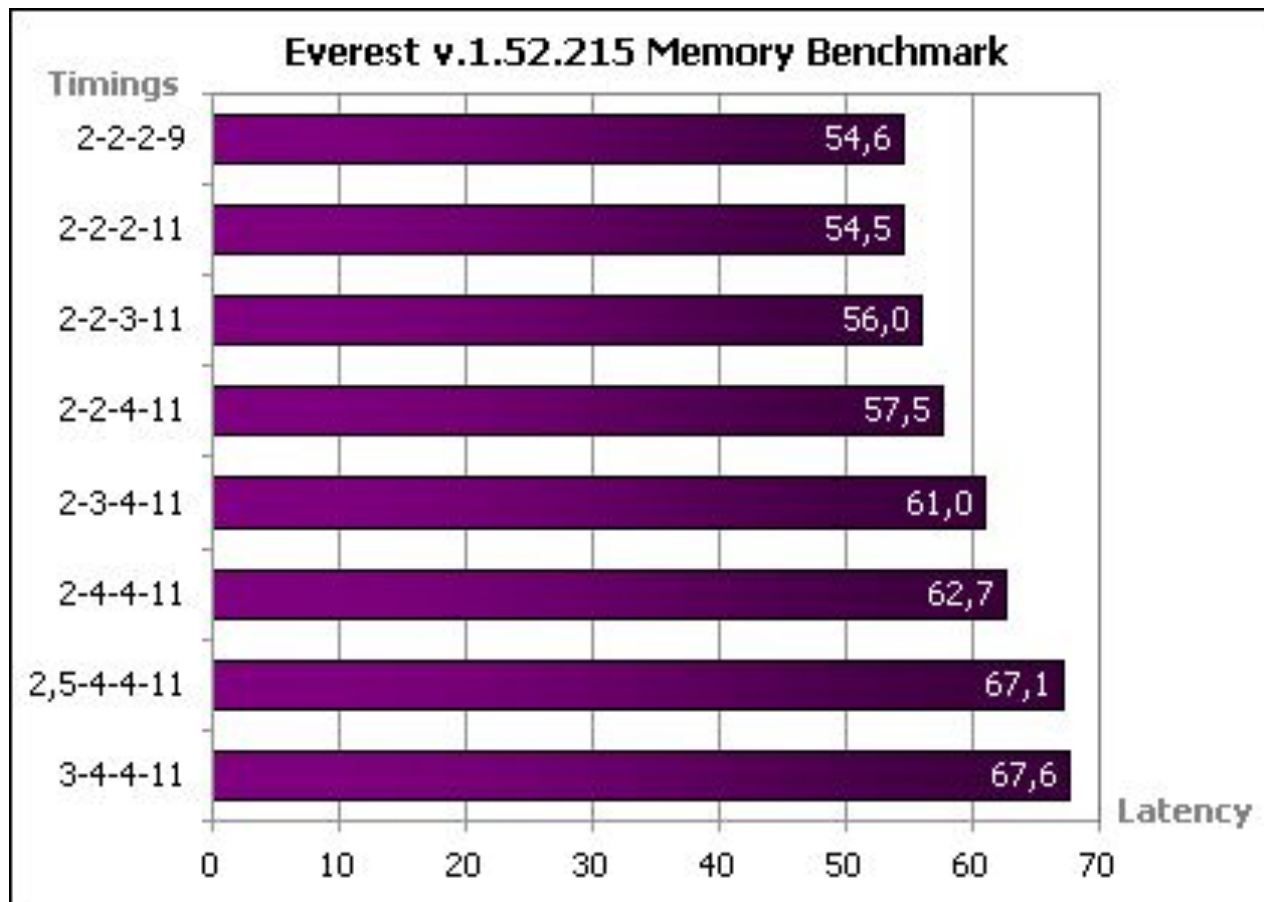
The image shows a screenshot of the BIOS 'Advanced Chipset Features' menu. The background is blue with white text. The menu is organized into two sections: 'System Performance' and 'AGP Mode'. The 'System Performance' section includes settings for LDT to AGP Link (Upstream/Downstream), LDT to AGP Link Frequency, Memclock Mode, Memclock Value, Bank Interleaving, Burst Length, CAS Latency (CL), TRCD, TRAS, and TRP. The 'AGP Mode' section includes AGP Mode, AGP Fast Write, and AGP Aperture Size. The 'Turbo' setting is highlighted with a red box.

Advanced Chipset Features	
System Performance	<b>Turbo</b>
LDT to AGP Link (Upstream)	16 Bit
LDT to AGP Link (Downstream)	16 Bit
LDT to AGP Link Frequency	800MHz
Memclock Mode	Limit
Memclock Value	DDR400
Bank Interleaving	Auto
Burst Length	8 Beat
CAS Latency (CL)	CL2.0
TRCD	2CLK
TRAS	5CLK
TRP	2CLK
AGP Mode	Auto
AGP Fast Write	Enabled
AGP Aperture Size	128MB

# Everest v.1.52.215



суммарный прирост составил  
6,6%.



- Разница между результатами при максимальных таймингах и минимальных составляет 19,2%