

Что такое Видеокарта?



Видеокарта-(также **видеоадаптер**, **графический адаптер**, **графическая плата**, **графическая карта**, **графический ускоритель**) — устройство, преобразующее [графический образ](#), хранящийся как содержимое [памяти компьютера](#) (или самого адаптера), в форму, пригодную для дальнейшего вывода на экран [монитора](#). Первые мониторы, построенные на [электронно-лучевых трубках](#), работали по [телевизионному](#) принципу сканирования экрана электронным лучом, и для отображения требовался [видеосигнал](#), генерируемый видеокартой.

Однако эта базовая функция, оставаясь нужной и востребованной, ушла в тень, перестав определять уровень возможностей формирования изображения — качество видеосигнала (чёткость изображения) очень мало связано с ценой и техническим уровнем современной видеокарты. В первую очередь, сейчас под графическим адаптером понимают устройство с [графическим процессором](#) — графический ускоритель, который и занимается формированием самого графического образа. Современные видеокарты не ограничиваются простым выводом изображения, они имеют встроенный графический процессор, который может производить дополнительную обработку, снимая эту задачу с [центрального процессора](#) компьютера. Например, все современные видеокарты [Nvidia](#) и [AMD \(ATI\)](#) осуществляют [рендеринг](#) графического конвейера [OpenGL](#) и [DirectX](#) и [Vulkan](#) на аппаратном уровне. В последнее время также имеет место тенденция использовать вычислительные возможности графического процессора для решения неграфических задач.

Устройство видеокарты:

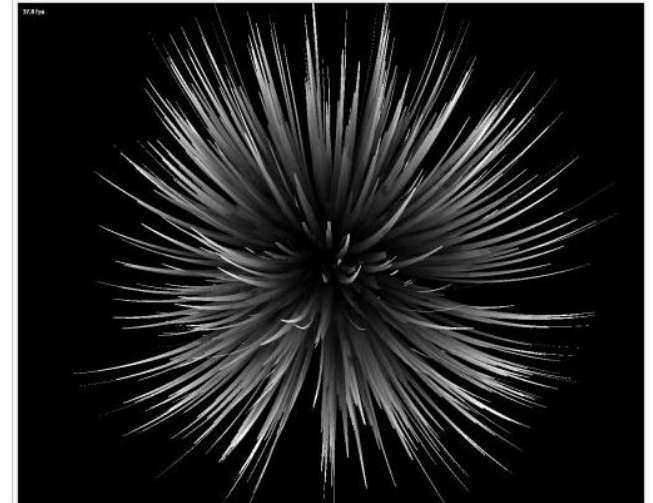


- Современная графическая карта **состоит из следующих частей:**
- **Графический процессор**-(графическое ядро, GPU (Graphics processing unit - графическое процессорное устройство) – процессор, занимающийся расчётами и формированием графической информации, выводимой на монитор, является основой видеокарты и по своей сложности практически не уступает центральному процессору компьютера, а иногда и превосходит его. Во многом им определяются основные характеристики видеокарты;
- **Видеопамять** - выполняет роль своеобразного буфера, в который временно помещаются выводимые на монитор изображения, создаваемые и постоянно изменяемые графическим ядром. В этот буфер помещаются также элементы, необходимые процессору для формирования этих изображений;
- **Видеоконтроллер** – отвечает за правильное формирование и передачу нужной информации из видеопамяти на RAMDAC.
- **RAMDAC**-(Random Access Memory Digital-to-Analog Converter) или **цифро-аналоговый преобразователь** (ЦАП) – устройство, осуществляющее преобразование цифровых результатов работы видеокарты в аналоговый сигнал, отображаемый на мониторе. Возможностями этого устройства определяется количество отображаемых цветов, насыщенность картинки и др. Цифровые мониторы, проекторы и др. устройства, подключаемые к цифровым разъёмам видеокарты, используют собственные цифро-аналоговые преобразователи и от RAMDAC видеокарты не зависят;
- **Видео-ПЗУ**-(Video ROM) – микросхема, хранящая в себе базовую систему ввода-вывода видеокарты, а иначе говоря, ее BIOS - совокупность правил и алгоритмов, определенных производителем, по которым составные части видеокарты работают и взаимодействуют между собой.
- **Система охлаждения** – устройство, осуществляющее отвод и рассеивание тепла от видеопроцессора, видеопамяти и других компонентов графической платы с целью обеспечения нормального температурного режима их работы.

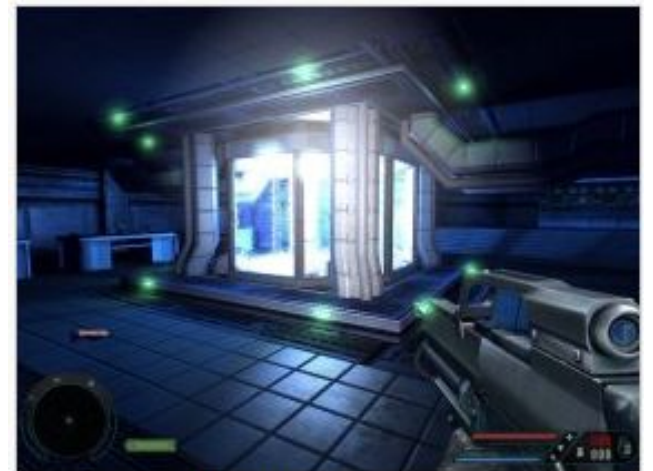
- **RAMDAC и TMDS.**
- **Цифро-аналоговый преобразователь** (ЦАП; RAMDAC — *Random Access Memory Digital-to-Analog Converter*) служит для преобразования изображения, формируемого видеоконтроллером, в уровни интенсивности цвета, подаваемые на аналоговый монитор. Возможный диапазон цветности изображения определяется только параметрами RAMDAC. Чаще всего RAMDAC имеет четыре основных блока: три цифро-аналоговых преобразователя, по одному на каждый цветовой канал (красный, зелёный, синий — RGB), и SRAM для хранения данных о гамма-коррекции. Большинство ЦАП имеют разрядность 8 бит на канал — получается по 256 уровней яркости на каждый основной цвет, что в сумме даёт 16,7 млн цветов (а за счёт гамма-коррекции есть возможность отображать исходные 16,7 млн цветов в гораздо большее цветовое пространство). Некоторые RAMDAC имеют разрядность по каждому каналу 10 бит (1024 уровня яркости), что позволяет сразу отображать более 1 млрд цветов, но эта возможность практически не используется. Для поддержки второго монитора часто устанавливают второй ЦАП.
- **TMDS** (*Transition-minimized differential signaling* — дифференциальная передача сигналов с минимизацией перепадов уровней) передатчик цифрового сигнала без ЦАП-преобразований. Используется при DVI-D, HDMI, DisplayPort подключениях. С распространением ЖК-мониторов и плазменных панелей нужда в передаче аналогового сигнала отпала — в отличие от **ЭЛТ** они уже не имеют аналоговую составляющую и работают внутри с цифровыми данными. Чтобы избежать лишних преобразований, **Silicon Image** разрабатывает TMDS.
- **Система охлаждения.**
- **Система охлаждения** предназначена для сохранения температурного режима видеопроцессора и (зачастую) видеопамяти в допустимых пределах.
- Также правильная и полнофункциональная работа современного графического адаптера обеспечивается с помощью видеодрайвера — специального программного обеспечения, поставляемого производителем видеокарты и загружаемого в процессе запуска операционной системы. Видеодрайвер выполняет функции интерфейса между системой с запущенными в ней приложениями и видеоадаптером. Так же, как и видео-**BIOS**, видеодрайвер организует и программно контролирует работу всех частей видеоадаптера через специальные регистры управления, доступ к которым происходит через соответствующую шину.
- **Игровые видеоускорители.**
- Игровые видеоускорители — видеокарты, ориентированные на ускорение **3D-графики** в играх.
- С 1998 года развивается (компания 3dfx, карта **Voodoo2**) технология **SLI** (**англ.** *Scan Line Interleave* — чередование строчек), позволяющая использовать мощностные нескольких соединённых между собой видеокарт для обработки трёхмерного изображения. См. **NVIDIA SLI** и **ATI CrossFire**

Процесс построения изображения

- Шейдеры – микропрограммы, присутствующие в коде игры, с помощью которых можно изменять процесс построения виртуальной сцены, открывая возможности, недостижимые при использовании традиционных средств 3D-рендеринга. Современная игровая графика без шейдеров немыслима.
- Вершинные шейдеры изменяют геометрию трехмерных объектов, благодаря чему можно реализовать естественную анимацию сложных моделей игровых персонажей, физически корректную деформацию предметов или настоящие волны на воде. Пиксельные шейдеры применяются для изменения цвета пикселей и позволяют создавать такие эффекты, как реалистичные круги и рябь на воде, сложное освещение и рельеф поверхностей. Кроме того, с помощью пиксельных шейдеров осуществляется постобработка кадра: всевозможные «кинематографические» эффекты размытия движущихся объектов, сверхъяркого света и т.д.
- Существует несколько версий реализации шейдерной модели (Shader Model). Все современные видеокарты поддерживают пиксельные и вершинные шейдеры версии 4.0, обеспечивающие по сравнению с предыдущей – третьей – версией более высокую реалистичность эффектов. Shader Model 4.0 поддерживается API DirectX 10, которая работает исключительно в среде Windows Vista. Кроме того, сами компьютерные игры должны быть «заточены» под DirectX 10.
- Нужна ли AGP-видеокарта старой системе



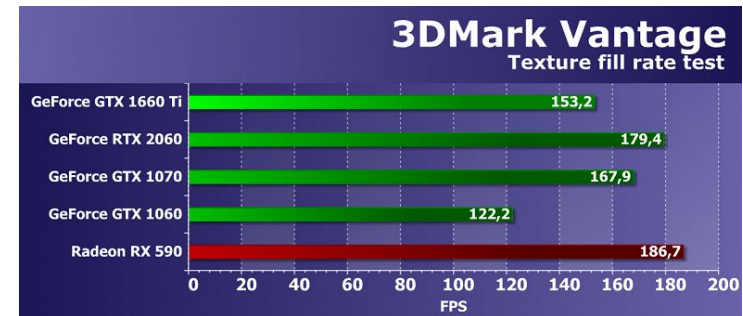
Пример геометрического шейдера



Пример пиксельного шейдера

Основные характеристики видеокарт.

- **Тактовая частота видеочипа.**
- Рабочая частота GPU обычно измеряется в мегагерцах, т. е. миллионах тактов в секунду. Эта характеристика прямо влияет на производительность видеочипа — чем она выше, тем больший объем работы GPU может выполнить в единицу времени, обработать большее количество вершин и пикселей. Пример из реальной жизни: частота видеочипа, установленного на плате Radeon HD 6670 равна 840 МГц, а точно такой же чип в модели Radeon HD 6570 работает на частоте в 650 МГц. Соответственно будут отличаться и все основные характеристики производительности. Но далеко не только рабочая частота чипа определяет производительность, на его скорость сильно влияет и сама графическая архитектура: устройство и количество исполнительных блоков, их характеристики и т. п.
- В некоторых случаях тактовая частота отдельных блоков GPU отличается от частоты работы остального чипа. То есть, разные части GPU работают на разных частотах, и сделано это для увеличения эффективности, ведь некоторые блоки способны работать на повышенных частотах, а другие — нет. Такими GPU комплектуется большинство видеокарт GeForce от NVIDIA. Из свежих примеров приведём видеочип в модели GTX 580, большая часть которого работает на частоте 772 МГц, а универсальные вычислительные блоки чипа имеют повышенную вдвое частоту — 1544 МГц.
- **Скорость заполнения (филлрейт).**
- Скорость заполнения показывает, с какой скоростью видеочип способен отрисовывать пиксели. Различают два типа филлрейта: пиксельный (pixel fill rate) и текстурный (texel rate). Пиксельная скорость заполнения показывает скорость отрисовки пикселей на экране и зависит от рабочей частоты и количества блоков ROP (блоков операций растеризации и блендинга), а текстурная — это скорость выборки текстурных данных, которая зависит от частоты работы и количества текстурных блоков.
- Например, пиковый пиксельный филлрейт у GeForce GTX 560 Ti равен 822 (частота чипа) \times 32 (количество блоков ROP) = 26304 мегапикселей в секунду, а текстурный — 822×64 (кол-во блоков текстурирования) = 52608 мегатекселей/с. Упрощённо дело обстоит так — чем больше первое число — тем быстрее видеокарта может отрисовывать готовые пиксели, а чем больше второе — тем быстрее производится выборка текстурных данных.
- Хотя важность "чистого" филлрейта в последнее время заметно снизилась, уступив скорости вычислений, эти параметры всё ещё остаются весьма важными, особенно для игр с несложной геометрией и сравнительно простыми пиксельными и вершинными вычислениями. Так что оба параметра остаются важными и для современных игр, но они должны быть сбалансированы. Поэтому количество блоков ROP в современных видеокартах обычно меньше количества текстурных блоков.



Количество вычислительных (шейдерных) блоков или процессоров.

- Пожалуй, сейчас эти блоки — главные части видеочипа. Они выполняют специальные программы, известные как шейдеры. Причём, если раньше пиксельные шейдеры выполняли блоки пиксельных шейдеров, а вершинные — вершинные блоки, то с некоторого времени графические архитектуры были унифицированы, и эти универсальные вычислительные блоки стали заниматься различными расчётами: вершинными, пиксельными, геометрическими и даже универсальными вычислениями.
- Впервые унифицированная архитектура была применена в видеочипе игровой консоли Microsoft Xbox 360, этот графический процессор был разработан компанией ATI (впоследствии купленной AMD). А в видеочипах для персональных компьютеров унифицированные шейдерные блоки появились ещё в плате NVIDIA GeForce 8800. И с тех пор все новые видеочипы основаны на унифицированной архитектуре, которая имеет универсальный код для разных шейдерных программ (вершинных, пиксельных, геометрических и пр.), и соответствующие унифицированные процессоры могут выполнить любые программы.
- По числу вычислительных блоков и их частоте можно сравнивать математическую производительность разных видеокарт. Большая часть игр сейчас ограничена производительностью исполнения пиксельных шейдеров, поэтому количество этих блоков весьма важно. К примеру, если одна модель видеокарты основана на GPU с 384 вычислительными процессорами в его составе, а другая из той же линейки имеет GPU с 192 вычислительными блоками, то при равной частоте вторая будет вдвое медленнее обрабатывать любой тип шейдеров, и в целом будет настолько же производительнее.
- Хотя, исключительно на основании одного лишь количества вычислительных блоков делать однозначные выводы о производительности нельзя, обязательно нужно учесть и тактовую частоту и разную архитектуру блоков разных поколений и производителей чипов. Только по этим цифрам можно сравнивать чипы только в пределах одной линейки одного производителя: AMD или NVIDIA. В других же случаях обращать внимание на тесты производительности в интересующих или приложениях.

	G1X 980	G1X /80 1i	G1X /80	G1X 970	G1X /70
Base Clock	1126MHz	875MHz	863MHz	1050MHz	1046MHz
Boost Clock	1216MHz	928MHz	900MHz	1176MHz	1085MHz
Memory	4GB GDDR5	3GB GDDR5	3GB GDDR5	4GB GDDR5	2GB / 4GB GDDR5
Memory Speed	7000MHz (QDR)	7000MHz (QDR)	6008MHz (QDR)	7000MHz (QDR)	7010MHz (QDR)
Memory Bus	256-bit	384-bit	384-bit	256-bit	256-bit
Memory Bandwidth	224.3 GB/s	336 GB/s	288.5 GB/s	224.3 GB/s	224.3 GB/s
CUDA Cores	2048	2880	2304	1664	1536
ROPs	64	48	48	64	32
Texture Units	128	240	192	104	128
TDP	165W	250W	250W	145W	230W
MSRP	\$549	\$699 / EOL	\$499 / EOL	\$329	\$329 / EOL

- **Геометрические блоки.**

- Вплоть до последнего времени, количество блоков обработки геометрии было не особенно важным. Одно блока на GPU хватало для большинства задач, так как геометрия в играх была довольно простой и основным упором производительности были математические вычисления. Важность параллельной обработки геометрии и количества соответствующих блоков резко выросли при появлении в DirectX 11 поддержки тесселяции геометрии. Компания NVIDIA первой распараллелила обработку геометрических данных, когда в её чипах семейства GF1xx появилось по несколько соответствующих блоков. Затем, похожее решение выпустила и AMD (только в топовых решениях линейки Radeon HD 6700 на базе чипов Cayman).
- В рамках этого материала мы не будем вдаваться в подробности, их можно прочитать в базовых материалах нашего сайта, посвященных DirectX 11-совместимым графическим процессорам. В данном случае для нас важно то, что количество блоков обработки геометрии очень сильно влияет на общую производительность в самых новых играх, использующих тесселяцию, вроде Metro 2033, HAWX 2 и Crysis 2 (с последними патчами). И при выборе современной игровой видеокарты очень важно обращать внимание и на геометрическую производительность.

- **Объём видеопамати.**

- Собственная память используется видеочипами для хранения необходимых данных: текстур, вершин, данных буферов и т. п. Казалось бы, что чем её больше — тем всегда лучше. Но не всё так просто, оценка мощности видеокарты по объёму видеопамати — это наиболее распространённая ошибка! Значение объёма видеопамати неопытные пользователи переоценивают чаще всего, до сих пор используя именно его для сравнения разных моделей видеокарт. Оно и понятно — этот параметр указывается в списках характеристик готовых систем одним из первых, да и на коробках видеокарт его пишут крупным шрифтом. Поэтому неискущённому покупателю кажется, что раз памяти в два раза больше, то и скорость у такого решения должна быть в два раза выше. Реальность же от этого мифа отличается тем, что память бывает разных типов и характеристик, а рост производительности растёт лишь до определенного объёма, а после его достижения попросту останавливается.
- Так, в каждой игре и при определённых настройках и игровых сценах есть некий объём видеопамати, которого хватит для всех данных. И хоть ты 4 Гб видеопамати туда поставь — у неё не появится причин для ускорения рендеринга, скорость будут ограничивать исполнительные блоки, о которых речь шла выше, а памяти просто будет достаточно. Именно поэтому во многих случаях видеокарта с 1,5 Гб видеопамати работает с той же скоростью, что и карта с 3 Гб (при прочих равных условиях).
- Ситуации, когда больший объём памяти приводит к видимому увеличению производительности, существуют — это очень требовательные игры, особенно в сверхвысоких разрешениях и при максимальных настройках качества. Но такие случаи встречаются не всегда и объём памяти учитывать нужно, не забывая о том, что выше определённого объёма производительность просто уже не вырастет. Есть у чипов памяти и более важные параметры, такие как ширина шины памяти и её рабочая частота. Эта тема настолько обширна, что подробнее о выборе объёма видеопамати мы ещё остановимся в [шестой части](#) нашего материала.

- **Частота видеопамати.**
- Ещё одним параметром, влияющим на пропускную способность памяти, является её тактовая частота. А повышение ПСП часто напрямую влияет на производительность видеокарты в 3D-приложениях. Частота шины памяти на современных видеокартах бывает от 533(1066, с учётом удвоения) МГц до 1375(5500, с учётом учетверения) МГц, то есть, может отличаться более чем в пять раз! И так как ПСП зависит и от частоты памяти, и от ширины ее шины, то память с 256-битной шиной, работающая на частоте 800(3200) МГц, будет иметь большую пропускную способность по сравнению с памятью, работающей на 1000(4000) МГц со 128-битной шиной.
- Особенное внимание на параметры ширины шины памяти, её типа и частоты работы следует уделять при покупке сравнительно недорогих видеокарт, на многие из которых ставят лишь 128-битные или даже 64-битные интерфейсы, что крайне негативно сказывается на их производительности. Вообще, покупка видеокарты с использованием 64-битной шины видеопамати для игрового ПК нами не рекомендуется вовсе. Желательно отдать предпочтение хотя бы среднему уровню минимум со 128- или 192-битной шиной.

Интерфейсы видеокарт.

ISA



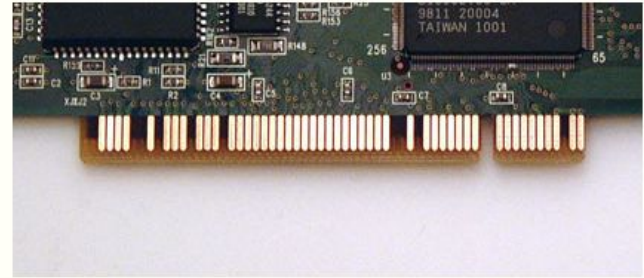
ISA расшифровывается как Industry Standard Architecture.

- Здесь этот интерфейс присутствует только в качестве представителя давней истории, поскольку это самый старый стандарт. Видеокарты с интерфейсом ISA устарели уже очень и очень давно. Сегодня даже материнскую плату со слотом ISA найти очень трудно.
- Были 8-битные и 16-битные версии карт ISA. Только последний вариант использовал полностью все контакты (см. фотографию). Карты EISA или Extended ISA позволяли увеличить пропускную способность до ширины 32 бита, кроме того, они поддерживали управление шиной (bus mastering). Но такие карты были слишком дорогие, поэтому они уступили место другим интерфейсам.

PCI

PCI расшифровывается как Peripheral Components Interconnect. В базовом варианте это 32-битная шина, работающая на частоте 33 МГц и обеспечивающая пропускную способность 133 Мбайт/с. Интерфейс PCI заменил ISA и её расширение VL (Vesa Local Bus) в 90-х годах, обеспечив более высокую пропускную способность. PCI является современным стандартом для большинства карт расширения, но видеокарты в своё время отошли от интерфейса PCI на стандарт AGP (а позже и на PCI Express).

Некоторые компьютеры не имеют слотов AGP или PCI Express для модернизации графической подсистемы. Единственной возможностью для них остаётся интерфейс PCI, но видеокарты для него встречаются редко, стоят дорого, да и их производительность оставляет желать лучшего.



32-битная классическая шина PCI. По сей день она используется для разных стандартов карт расширения.

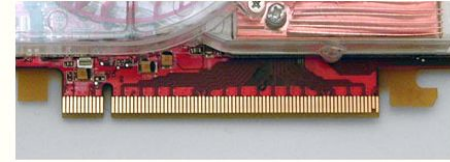
AGP.

- AGP - интерфейс с высокой пропускной способностью, специально предназначенный для видеокарт. Он базируется на спецификации PCI версии 2.1. В отличие от PCI, которая является общей шиной для нескольких устройств, интерфейс AGP выделен только для видеокарты. В результате AGP даёт многочисленные преимущества по сравнению с шиной PCI. Например, возможность прямой записи или чтения в оперативную память, демультимплексирование, упрощение протоколов передачи данных и повышение тактовых частот.
- Интерфейс AGP прошёл через несколько версий, а последней стала AGP 8x со скоростью 2,1 Гбайт/с, которая в восемь раз быстрее начального стандарта AGP со скоростью 266 Мбайт/с (32 бита, 66 МГц). AGP на новых материнских платах уступает место интерфейсу PCI Express, но AGP 8x (и даже AGP 4x) всё же дают достаточную пропускную способность для современных видеокарт. Все карты AGP 8x могут работать как в слотах AGP 4x, так и AGP 8x.



Интерфейс AGP: Accelerated Graphics Port.

PCI Express

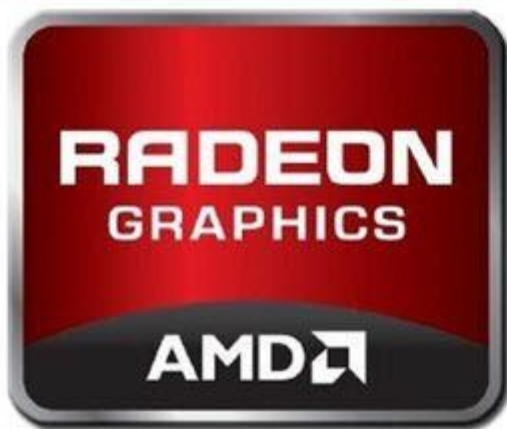


В отличие от ISA, PCI и AGP, стандарт PCI Express является последовательным, а не параллельным. Поэтому число контактов существенно уменьшилось. В отличие от параллельных шин, нужная пропускная способность доступна для каждого устройства. В то время как, например, для PCI пропускная способность разделяется между используемыми

картами. Хотя увеличение пропускной способности - улучшение приятное, индустрия столкнулась с другим препятствием: энергопотреблением. Интерфейс AGP 3.0 (AGP 8x) способен дать питание не больше 41,8 Вт (6 А по линии 3,3 В, 2 А по 5 В, 1 А по 12 В = 41,8 Вт и дополнительные 1,24 Вт по дополнительной линии 3,3 В на 0,375 А). Поэтому видеокарты обзавелись одним 4-контактным гнездом питания (например, ATi Radeon X850 XT PE) или даже двумя (nVidia GeForce 6800 Ultra).

СНОВНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ

- **Nvidia GeForce или AMD Radeon.**
- Давайте попробуем абстрагироваться от конкретных производителей видеокарт и сравнить именно технологии Nvidia и AMD. Только вспомним и тот момент, что процентов на восемьдесят производительность нашей видеокарты зависима от процессора, так что в этом плане производитель может мало на что повлиять, даже если видеокарта существенно улучшена и доработана в плане охлаждения, возможностей интеграции.



Цена.

- Тоже немаловажный фактор при выборе видеокарты, согласитесь? Порой даже решающий. AMD использует более гибкую ценовую политику, позволяя свои покупателям приобретать модели с хорошей производительностью по достаточно демократичным ценам. А вот Nvidia задает изначально более высокие цены.
- **Совместимость.**
- При выборе видеокарты этот аспект также является очень важным. Не возникнет ли проблем по совместимости новой видеокарты с уже имеющимися у вас компьютерными комплектующими? Лучше озаботиться этим вопросом заранее, чтобы потом не тратить кучу нервов и времени, пытаясь найти решение в интернете или обменять карту в магазине на другую. Стоит отметить, что совместимость – как раз сильная сторона чипов Nvidia. Эти карты отлично подходят к большинству устройств. Кстати, именно они используются в продукции Apple. А вот при покупке карты с процессором AMD вы можете столкнуться с проблемой совместимости, особенно если вы предпочитаете работать на линуксе.
- **Энергопотребление и тепловыделение.**
- Тут AMD лидирует, как это говорится, в «одни ворота», так как потребление энергии, а соответственно и выделение тепла, у видеокарт AMD Radeon в среднем на 50 ватт меньше, чем у GeForce. Поэтому эти карты стоит рассмотреть как вариант для ноутбука – они меньше греются и позволят батарее дольше прожить без подзарядки. Забавно: видеокарты Nvidia маркируются аббревиатурой GTX, которая при написании Русскими буквами, превращается в «ПЕЧ»