Проект на тему «Видеокарты»

Группа ИС-20-1

Состав:
Кравчук Р.О.
Кривецкий М.Ю.
Боканач М.М.
Сафарова В.О.
Филимонова К.И.

Оглавление:

1. История:
   1. MDA
   2. CGA
   3. EGA
   4. MGCA
   5. XGA
   6. S3
   7. Voodoo Graphics
   8. NV1
   9. NVIDIA Riva 128
   10. INTEL I740
   11. ATI RAGE 128
   12. GeForce 2-4 series
   13. RADEON 8500 и RADEON 9700 PRO
   14. GeForce 6 series
2. Устройство видеокарт
3. Характеристики
4. Интерфейсы
5. Программное обеспечение
6. Соотношение компаний на рынке
7. Компания AMD
8. Технологии AMD
9. Компания NVIDIA
10. Технологии NVIDIA
11. Примеры и тесты
12. Вопросы

История развития видеокарт

MDA (Monochrome Display Adapter)

Первой графической картой для ПК считается видеоадаптер MDA (Monochrome Display Adapter), входивший в состав знаменитого IBM PC (1981 год), основоположника семейства PC-совместимых ПК. В отличие от предшественников, интегрированных в основную плату компьютера, IBM MDA был собран на собственной плате и устанавливался в слот универсальной шины XT-bus. По сути, он представлял собой простой видеоконтроллер, выводящий на дисплей содержимое видеопамяти.

Помимо самого чипа видеоконтроллера плата MDA несла на себе 4 кб видеопамяти, микросхему ПЗУ со шрифтом и тактовый генератор.

Что интересно, первый видеоадаптер для IBM PC был полностью текстовым, т.е. не имел графического режима работы. В то же время большинство ПК тех лет умели работать с графикой.

Что же умел MDA? Для своего времени - довольно много. На экране монитора он мог отобразить 25 строк по 80 символов, причем каждый символ занимал матрицу 9x14 пикселов. Иными словами, он обеспечивал разрешение 720x350 пикселов, и поэтому отображаемый им текст имел высокую четкость. Кроме того, каждый символ мог иметь один из пяти атрибутов: обычный шрифт, подчеркнутый, яркий, мигающий, инверсный. Разумеется, использовался MDA исключительно с монохромными (одноцветными) мониторами.

CGA (Color Graphics Adapter)

Для менее серьезного применения своего ПК IBM заготовила другой графический адаптер, названный CGA (Color Graphics Adapter), выпущенный в том же 1981 году. Обеспечивая не такое высокое разрешение картинки, как MDA, CGA мог работать во множестве различных режимов - как текстовых, так и графических, для чего потребовалось оснастить его 16 кб видеопамяти.

Графику CGA мог выводить в одном из трех режимов: 640x200 с 1-битным цветом (монохромный режим), 320x200 пикселов с 2-битным цветом (4 цвета), 160x100 пикселов с 4-битным цветом (16 цветов). Последний технически представлял собой эмуляцию графики с помощью текстового режима (т.е. пикселы имитировались символами, представлявшими собой закрашенный наполовину квадрат 8x8 пикселов).

EGA (Enhanced Graphics Adapter)

Адаптер EGA (Enhanced Graphics Adapter, 1984 год) мог отображать графику разрешением 640x350 пикселов при 4-битном цвете (16 цветов). Объем видеопамяти возрос сначала до 64 кб, а затем до 256 кб, что позволило EGA оперировать несколькими страницами видеопамяти. Это обеспечивало некоторое ускорение графики: процессор мог формировать сразу несколько кадров картинки.

Сейчас это звучит странно, но подобные примитивные видеоадаптеры царили на рынке годами. Так, до 1987 года на PC-совместимых ПК безраздельно правил EGA, и пользователи не представляли, что может быть лучше.

MCGA (Multi-Color Graphics Array)

MCGA (Multi-Color Graphics Array), новейший видеоадаптер, встраиваемый в системную плату компьютеров PS/2, вскоре был выпущен в виде платы для шины ISA и получил название VGA (Video Graphics Array).

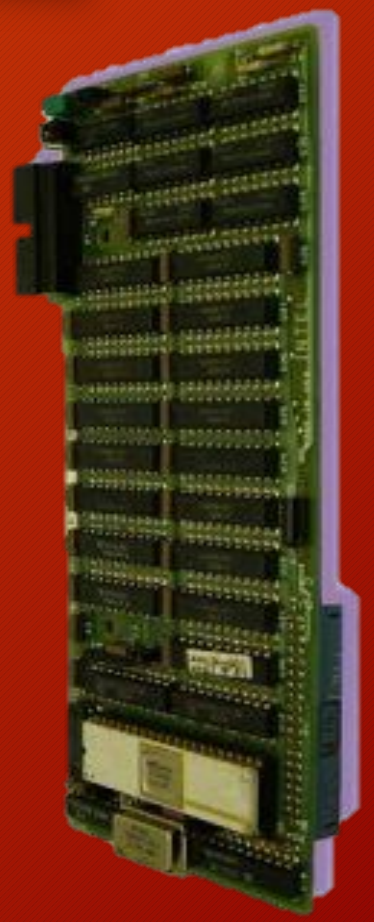
Новинка обеспечивала вывод графики в разрешении 640x480 пикселов с 16 цветами либо 320x240 пикселов в 8-битном цвете (256 цветов). Это уже было слегка похоже на нечто фотореалистичное. Поскольку адаптер изначально разрабатывался для ни с чем не совместимых PS/2, его разработчики без тени сомнения создали для него новый, уже аналоговый видеоинтерфейс - 15-контактный D-Sub.

256 кб видеопамяти позволяли хранить несколько кадров и пользовательский шрифт в придачу, а при использовании всего объема под единственный кадр можно было вывести картинку в небывалом по тем временам разрешении 800x600 точек.

XGA (Extended Graphics Array)

IBM разработала для PS/2 сразу два видеоадаптера: встроенный MCGA (VGA) и улучшенный 8514/A. Поставляемый в виде опционального апгрейда для PS/2, 8514/A мог выводить картинку разрешением 1024x768 пикселов с 8-битным цветом. Но на этом технологические новшества не заканчивались. Адаптер научился самостоятельно рисовать у себя в памяти линии, заливать часть кадра цветом, накладывать битовую маску. Для графических приложений тех лет это была неоценимая помощь: даже при построении диаграмм ускорение было хорошо заметно, а приложения инженерной графики и вовсе многократно выиграли в производительности.

В 1990 году 8514/A получил смену в виде адаптера XGA (Extended Graphics Array), обладавшего чуть расширенной функциональностью. В новом адаптере появился режим 800x600 пикселов с 16-битным цветом (так называемый High Color, 65 536 цветов), в остальном он был аналогичен своему предшественнику.



S3

Пионером в ускорении трехмерной графики для ПК стала небезызвестная компания S3. Адаптер S3 Virge был преемником очень успешной Trio 64V+, при этом поддерживая до 4 Мб памяти DRAM или VRAM. Его графическое ядро и видеопамять работали на частоте 80 МГц Наиболее интересным новшеством в Virge стала поддержка функций ускорения 3D-графики. Серьезную прибавку к скорости игр того времени они обеспечить не могли.

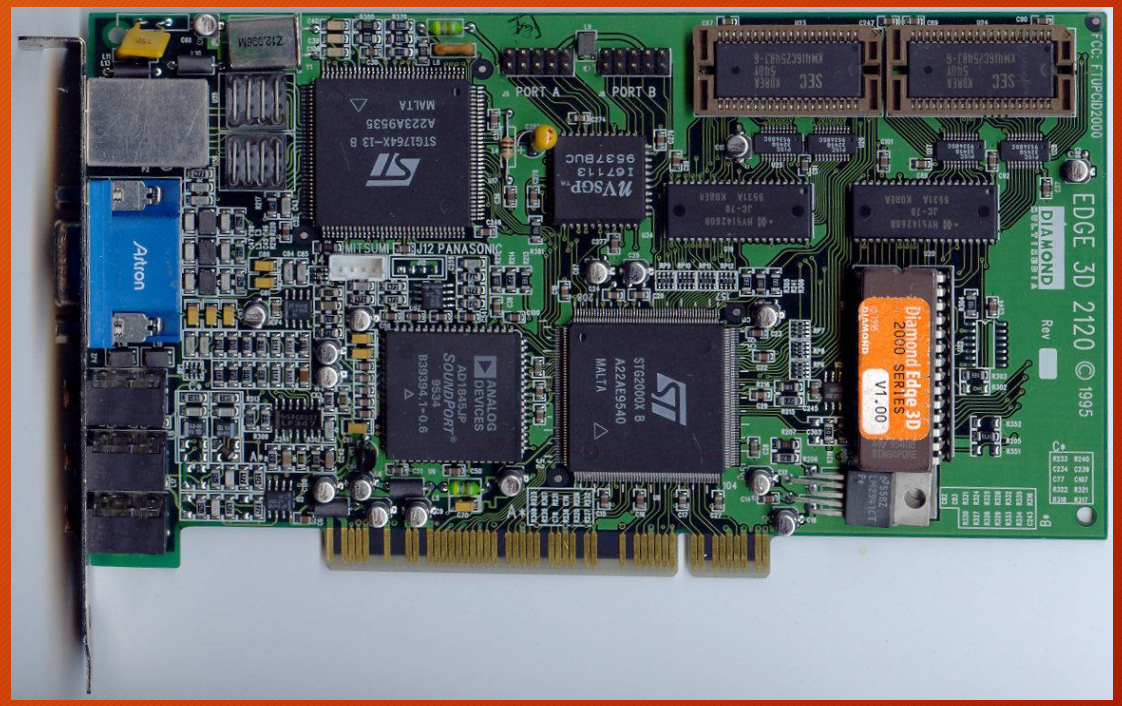
Зато с помощью этих функций разработчики игр могли позволить себе украсить свои продукты новомодными технологиями, такими, как динамическое освещение и билинейная фильтрация текстур.

Voodoo Graphics

Так же, как у Virge, в активе Voodoo Graphics имелась поддержка OpenGL и DirectX.
Максимальный графический режим Voodoo Graphics выглядел не слишком впечатляюще - всего 640x480 пикселов при 16-битном цвете, но тогда казалось, что для 3D-графики этого более чем достаточно.
Конструктивно Voodoo Graphics представлял собой адаптер, устанавливаемый и PCI-слот, но функций 2D-видеокарты был лишен. К монитору он подключался последовательно с обычным видеоадаптером и перехватывал управление при переходе в 3D-режим.
На борту Voodoo Graphics было 4 Мб EDO DRAM, работающей, как и процессор, на частоте 50 МГц. Падение цен в конце 1996 года на этот тип памяти позволило 3Dfx продавать свои чипсеты относительно недорого, что дополнительно стимулировало их популярность.

NV1

Компания NVIDIA была всего на два года старше 3Dfx, и уже в 1995 году успела выпустить свой первый, провальный, продукт. Адаптер NV1 был неплохо задуман и совмещал в себе 2D-адаптер, 3D-ускоритель, звуковой адаптер и даже порт для геймпада от Sega Saturn.

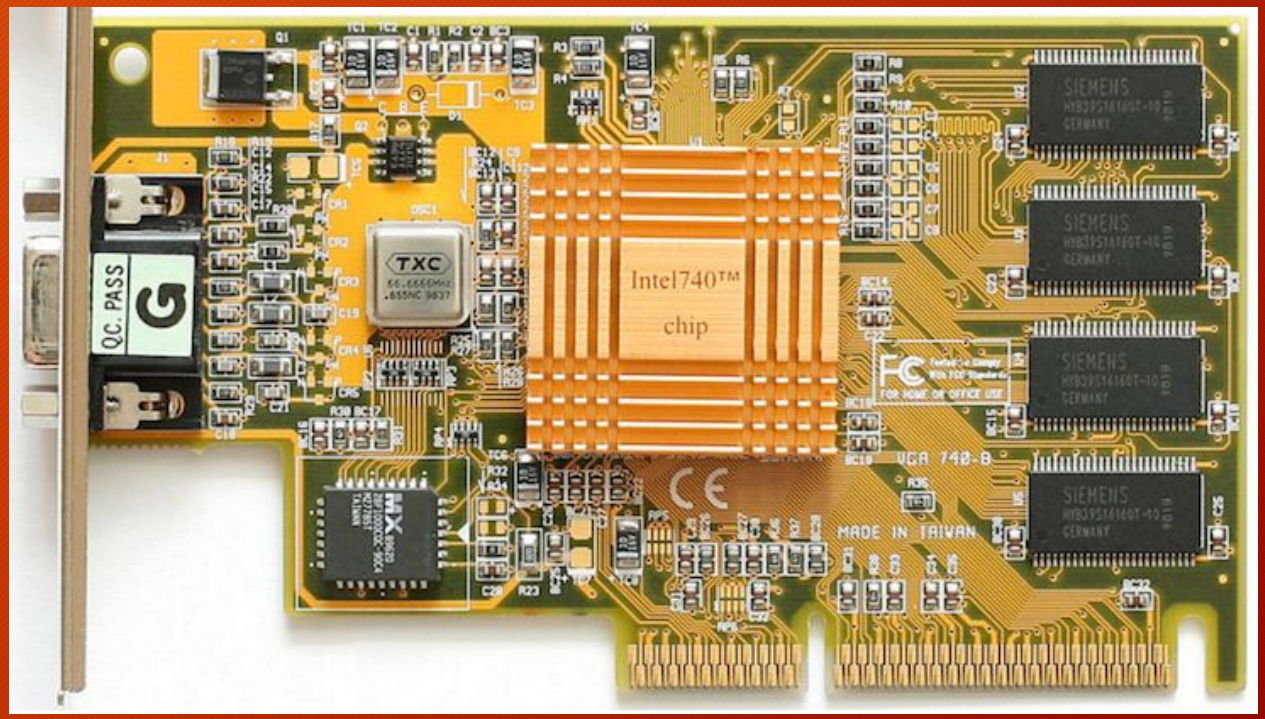


NVIDIA Riva 128

В 1996 году NVIDIA смогла выпустить новый, совершенно иной продукт. NVIDIA Riva 128, основанный на чипе NV3, имел 4 Мб памяти SDRAM с шириной шины 128 бит и работал на частоте 100 МГц. Имея неплохую 3D-часть, сравнимую по производительности с Voodoo Graphics, Riva 128 выпускался как для PCI, так и в варианте для AGP (чем «монстры» похвастаться не могли), и сумел вытащить NVIDIA из финансовой пропасти.

INTEL I740

В 1998 году компания Intel представила свой графический адаптер Intel i740. Данная модель в первую очередь предназначалась для систем, построенных на базе процессоров Pentium II.
Адаптер был создан с использованием 350-нанометровой технологии, частота ядра и видеопамяти составляла 66 МГЦ, ширина шины памяти — 64 бита. Объем памяти типа SDRAM или SGRAM достигал 16 Мб. В качестве интерфейса использовалась шина AGP или PCI. Видеокартой поддерживалось билинейное и трилинейное текстурирование. Максимальное разрешение составляло 1280x1024 точки в 16-битном цвете и 1600x1200 в 8-битном.



ATI RAGE 128

В 1999 году вышла видеокарта Rage 128, изготовленная по 350-нанометровому техпроцессу. Частота ядра и памяти составляла 103 МГц, RAMDAC — 250 МГц. Объем памяти доходил 32 Мб, использовалась 128-битная шина. Видеокарта поддерживала 32-битный цветовой режим. Видеокарта поддерживала однопроходную трилинейную фильтрацию и аппаратное ускорение DVD-видео. Кроме того Rage 128 работала с технологией Twin Cache Architecture, объединяя кэш-память пикселей и текстур для увеличения полосы пропускания.

ВИДЕОАДАПТЕР GEFORCE 256

Все в том же 1999 году компания NVIDIA выпустила адаптер GeForce 256 (кодовое имя NV10), который смог опередить остальных за счет отменной функциональности. Это был весьма мощный 3D-акселератор, один из первых заменивший встроенный геометрический сопроцессор. У него присутствовало четыре конвейера рендеринга с рабочей частотой 120 МГц и 32 Мб памяти SDRAM. Частота ядра в режиме 3D достигала 120 МГц. Ширина шины видеопамяти была 128-бит, а частота — 166 МГц. Поддерживалось разрешение вплоть до 2048x1536 75 Гц.

GEFORCE 2-4 SERIES

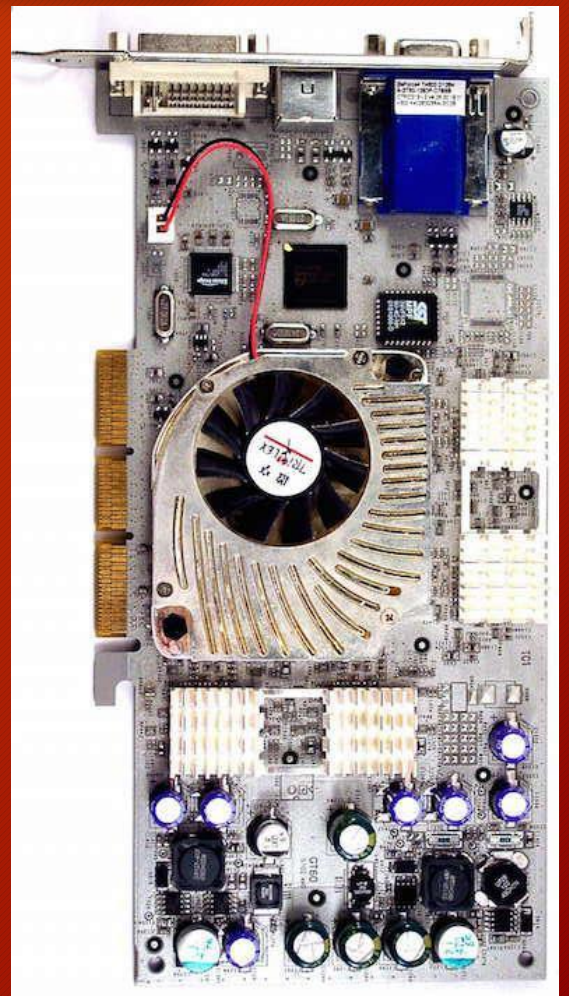
В 2000-2001 годах компания NVIDIA выпустила серию видеокарт GeForce 2 (GTS, Ultra, Pro, MX и т. д.). У этих видеоадаптеров было 256-битное ядро — одно из самых производительных ядер того времени.

Данная видеокарта была изготовлена по 180-нм техпроцессу и содержала 25 миллионов транзисторов. Объем памяти DDR SGRAM составлял 32 Мб или 64 Мб с частотой 200 МГц и 128-битной шиной. У адаптера имелось 4 пиксельных конвейера. NV15 включала в себя полную поддержку DirectX 7, OpenGL 1.2.

GEFORCE 4

GeForce 4 в 2002 году. С таким названием выпускались два типа графических карт: высокопроизводительные Ti (Titanium) и бюджетные MX.

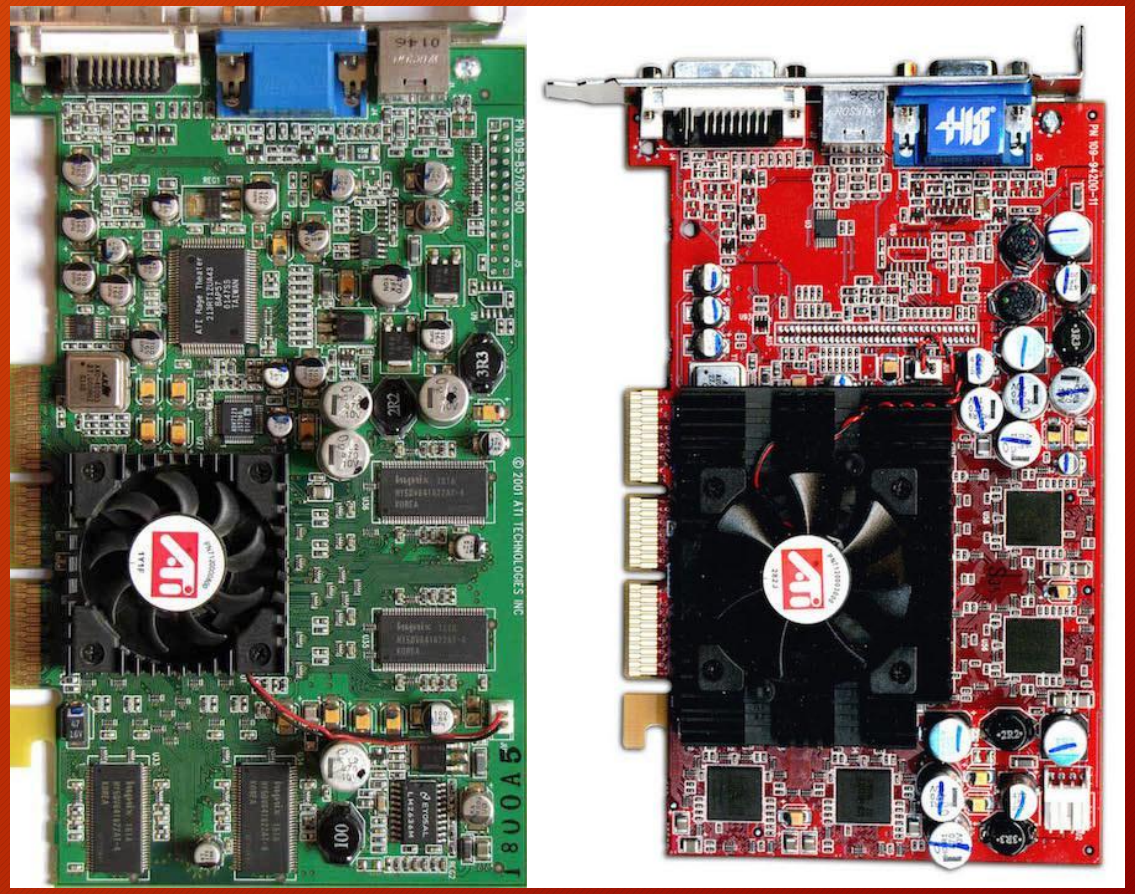
Линейка GeForce 4 Ti была представлена моделями Ti 4400, Ti 4600, и Ti 4200. Видеокарты отличались тактовыми частотами ядра и памяти. Объем видеопамяти составлял 128 Мб (у Ti 4200 предлагался вариант и на 64 Мб). Модель GeForce 4 Ti 4200 была самой распространенной за счет высокой производительности по приемлемой цене.



RADEON 8500 и RADEON 9700 PRO

В Radeon 8500 были собраны новейшие наработки ATI, он оказался очень быстрым. Изготавливался по 150-нм техпроцессу, содержал 60 миллионов транзисторов. Частоты ядра и памяти составляли 275 МГц. Использовалась 128-битная шина. Объем памяти DDR SDRAM предлагался в двух вариантах: 64 Мб и 128 Мб.

Летом 2002 года ATI выпустила чип R300, который изготавливался по 150-нм техпроцессу и содержал около 110 миллионов транзисторов. У него было 8 пиксельных конвейеров. Также чип поддерживал улучшенные методы сглаживания. На базе R300 вышла видеокарта Radeon 9700 с тактовыми частотами ядра 325 МГц и памяти 310 МГц. Объем памяти составлял 128 Мб.



GEFORCE 6 series

Развитие видеокарт активно продолжалось и в 2004 году вышел следующий продукт компании — GeForce 6 Series (кодовое название NV40).
Чип NV40 производился также по 130-нм техпроцессу, что не помешало ему стать более экономичным. NV40 работал через 256-битную шину, при этом использовались очень быстрые модули памяти типа GDDR3. Одна из первых моделей, видеокарта GeForce 6800 была весьма производительной и тянула самые новые игры того времени. Она работала как через интерфейс AGP, так и через шину PCI Express. Частота ядра составляла 325 МГц, а частота памяти была 700 МГц. Объем памяти доходил 256 Мб или 512 Мб.

GEFORCE 7950 GX2

Событием 2006 года для компании NVIDIA стал выпуск первой двухчиповой видеокарты GeForce 7950, созданной по 90-нм техпроцессу. NVIDIA 7950 GX2 имела по одному чипу G71 на каждой из плат. Ядра видеокарты работали на частоте 500 МГц, память — на частоте 600 МГц. Объем видеопамяти типа GDDR3 составлял 1 Гб (по 512 Мб на каждый чип), шина 256-бит.

GEFORCE GTX 280

В 2008 году компания NVIDIA выпустила чип GT200, который использовался в видеокартах GeForce GTX 280 и GTX 260. Чип производился по 65-нм техпроцессу и содержал 1,4 миллиарда транзисторов, обладал 32 ROP и 80 текстурными блоками. Шина памяти увеличилась до 512-бит. Также была добавлена поддержка физического движка PhysX и платформы CUDA. Частота ядра видеокарты составляла 602 МГц, а памяти типа GDDR3 — 1107 МГц.

RADEON HD 4870

Старшая видеокарта новой линейки получила название Radeon HD 4870. Частота ядра составляла 750 МГц, а память работала на эффективной частоте 3600 МГц. С новой линейкой видеокарт компания продолжила свою новую политику выпуска устройств, которые могли успешно конкурировать в Middle-End-сегменте. Так, Radeon HD 4870 стал достойным конкурентом видеокарты GeForce GTX 260.

GEFORCE GTX 480

В 2010 году NVIDIA представила GF100 с архитектурой Fermi, которая легла в основу видеокарты GeForce GTX 480. GF100 производился по 40-нм техпроцессу и получил 512 потоковых процессоров. Частота ядра была 700 МГц, а памяти — 1848 МГц. Ширина шины составила 384-бит. Объем видеопамяти GDDR5 достигал 1,5 Гб.

GEFORCE GTX 680

Начиная с 2011 года NVIDIA выпустила поколение графических ускорителей. Одной из примечательных моделей была видеокарта GeForce GTX 680, основанная на чипе GK104, производившемуся по 28-нм техпроцессу. Частота работы ядра 1006 МГц, частота работы памяти 6008 МГц, шина 256-бит GDDR5.

GEFORCE 700 series

В 2013 году появились карты семейства GeForce 700, которые были представлены как на базе архитектуры Kepler, так и новейшей архитектуры Maxwell.
Следует отметить, что первыми в 700 серии стали карты GeForce GTX Titan и GTX 780 - флагманские карты, демонстрирующие всю мощь архитектуры Kepler. В 2014 году начали выходить карты GeForce GTX 750 и GTX 750 Ti на основе архитектуры Maxwell. Основной фишкой архитектуры можно назвать как динамическое разрешение для сглаживания неровностей без ущерба производительности, так и развитие технологии CUDA. Совместимость с DirectX 12 является немаловажным фактором как для геймеров, так и для разработчиков.

GEFORCE 900 series

Первые две модели, GeForce GTX 980 и GeForce GTX 970, были представлены 18 сентября 2014 года. Чипы семейства основаны на архитектуре Maxwell второго поколения.
Энергоэффективность у видеокарт существенно возросла в отношении предшествующей линейки карт, а также снизилась теплоотдача, что выгодно сказалось на температурных режимах.

GEFORCE 10 series

8 июля 2016 года была представлена видеокарта среднего ценового диапазона GeForce GTX 1060, сопоставимая по производительности с GeForce GTX 980, но потребляющая намного меньше энергии.

22 июля 2016 года компания NVIDIA представила профессиональную видеокарту NVIDIA TITAN X (Pascal), однако она не относится к игровой серии видеокарт, несмотря на то, что она основана на новом флагманском чипе GP102.

1 марта 2017 года в ходе мероприятия GDC 2017 компания NVIDIA представила видеокарту GeForce GTX 1080 Ti, которую глава компании назвал самым мощным игровым графическим ускорителем в мире. По словам NVIDIA, новинка на 35 % производительнее GeForce GTX 1080 и обходит даже Titan X Pascal.

GEFORCE 16 series

Серия GeForce 16 была запущена 22 февраля 2019 года с анонсом GTX 1660 Ti.
22 апреля 2019 года вместе с анонсом GTX 1650 были представлены первые ноутбуки с использованием видеокарт 16-ой серии.
В октябре 2019 года NVIDIA представила две новые видеокарты в семействе Super. Это GeForce GTX 1660 Super. Ну а тем, кто ждал ещё более доступного по цене решения, предлагается GeForce GTX 1650 Super. Вся серия GTX 1600 Super основана на урезанной архитектуре Turing и поддерживает такие её особенности, как одновременное выполнение целочисленных операций и операций с плавающей точкой, унифицированную архитектуру кеша и технологию адаптивного шейдинга для повышения производительности.

GEFORCE 20 series

GeForce RTX 20 Series — семейство графических процессоров NVIDIA, представленное 20 августа 2018 в рамках конференции Gamescom. Чипы семейства GeForce RTX 20 основаны на новой архитектуре Turing. Заявлено увеличение производительности до 6 раз в области трассировки лучей по сравнению с графическими процессорами предыдущего поколения.

Серия GeForce RTX 20 поддерживает трассировку лучей в реальном времени, которая реализована с помощью новых RT-ядер. Для увеличения детализации изображения используются решения на базе искусственного интеллекта

GEFORCE 30 series

Серия была анонсирована 1 сентября 2020 года, в годовщину выпуска первого процессора серии GeForce — GeForce 256.

В этот день были продемонстрированы 3 модели — GeForce RTX 3070 (содержит 17 млрд транзисторов в графическом ядре), GeForce RTX 3080 (содержит 28 млрд. транзисторов в графическом ядре) и GeForce RTX 3090 (содержит 29 млрд. транзисторов в графическом ядре).

Чипы семейства GeForce RTX 30 основаны на архитектуре RTX второго поколения, Ampere. По заявлениям NVIDIA, производительность и энергоэффективность новой микроархитектуры была значительно улучшена, по сравнению с предыдущим поколением чипов, основанных на архитектуре Turing. Это было достигнуто в том числе благодаря переходу на 8-нм техпроцесс, что позволило значительно увеличить количество вычислительных блоков.

Устройство видеокарт

Графический процессор

В самом начале нужно поговорить о самой важной детали в видеокарте – GPU (графический процессор). От данного компонента зависит быстродействие и мощность всего устройства. В его функциональность входит обработка команд, связанных с графикой. Графический процессор берет на себя выполнение определенных действий, за счет чего снижается нагрузка на ЦП, освобождая его ресурсы для других целей. Чем современнее видеокарта, тем мощность установленного в ней GPU больше, она может превосходить даже центральный процессор благодаря наличию множества вычислительных блоков.

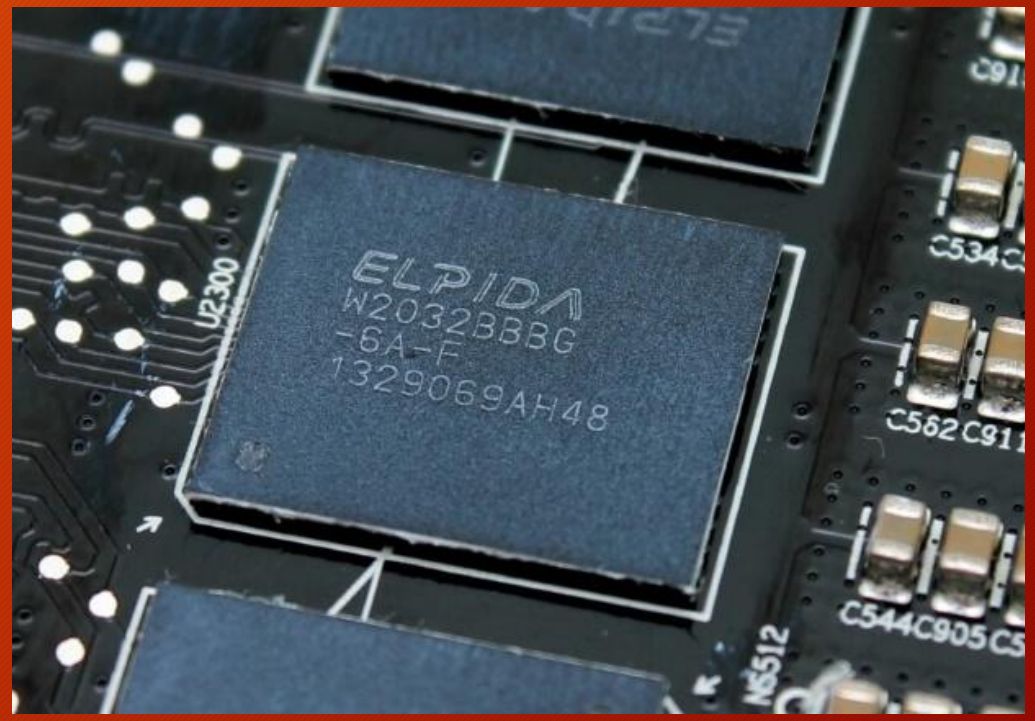
Видеоконтроллер

За генерацию картинки в памяти отвечает видеоконтроллер. Он посылает команды на цифро-аналоговый преобразователь и проводит обработку команд ЦП. В современной карточке встроено несколько компонентов: контроллер видеопамяти, внешней и внутренней шины данных. Каждый компонент функционирует независимо друг от друга, позволяя осуществлять одновременное управление экранами дисплеев.

Видеопамять

Для хранения изображений, команд и промежуточных невидимых на экране элементов необходимо определенное количество памяти. Поэтому в каждом графическом адаптере присутствует постоянный объем памяти. Она бывает разных типов, отличающихся по своей скорости работы и частоте. Тип GDDR5 на данный момент является самым популярным, используется во многих современных карточках.

Однако еще стоит учитывать, что помимо встроенной в видеокарту памяти новые устройства задействуют и ОЗУ, установленную в компьютере. Для доступа к ней используется специальный драйвер через шину PCIE и AGP.



Постоянное запоминающее устройство

Видео-ПЗУ (Video ROM) — постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), в которое записаны BIOS видеокарты, экранные шрифты, служебные таблицы и т. п. ПЗУ не используется видеоконтроллером напрямую — к нему обращается только центральный процессор.

BIOS обеспечивает инициализацию и работу видеокарты до загрузки основной операционной системы, задаёт все низкоуровневые параметры видеокарты, в том числе рабочие частоты и питающие напряжения графического процессора и видеопамяти, тайминги памяти. Также VBIOS содержит системные данные, которые могут читаться и интерпретироваться видеодрайвером в процессе работы.

Контроллер ЦАП

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП, он же RAMDAC) служит для преобразования изображения, формируемого видеоконтроллером, в уровни интенсивности цвета, подаваемые на аналоговый монитор. Обычно ЦАП совмещен на одном кристалле с видеоконтроллером, а его главные характеристики – это тактовая частота и разрядность.

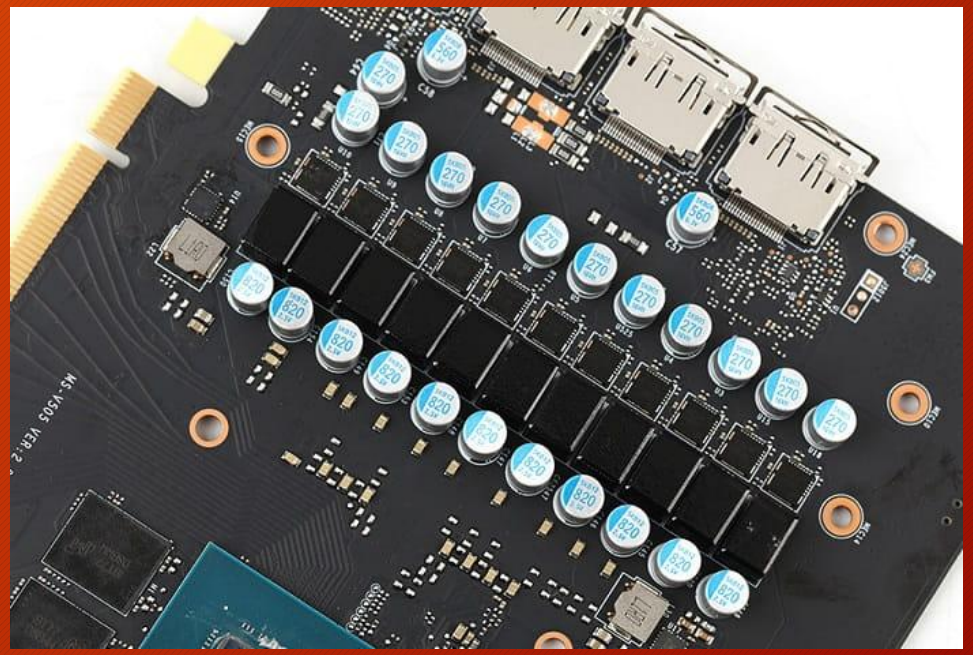
ЦАП работает следующим образом:

Графический процессор получает информацию об изображении из памяти видеокарты, после чего данные передаются в цифро-аналоговый преобразователь, в котором они преобразуется в уровни интенсивности цвета, подаваемые на монитор.

Система питания

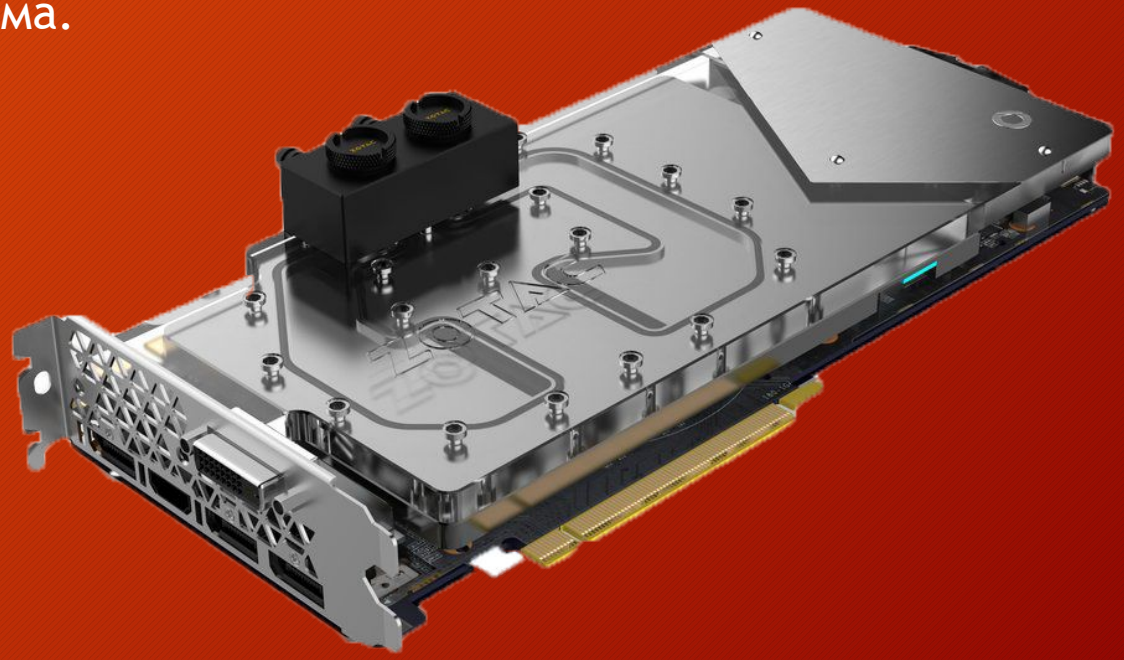
Надежное электропитание – основа стабильной работы любого устройства, и видеокарта тут не исключение. Нагрузка на систему электропитания весьма высока, если учесть потребление электроэнергии современными GPU, именно поэтому видеокарте необходима качественная система питания.

Организовано энергопотребление по тому же принципу, что и питание процессора. Фазы питания располагаются либо с одной стороны графического процессора, либо с двух, если этих фаз много (в дорогих видеокартах, как правило, их действительно много).



Система охлаждения

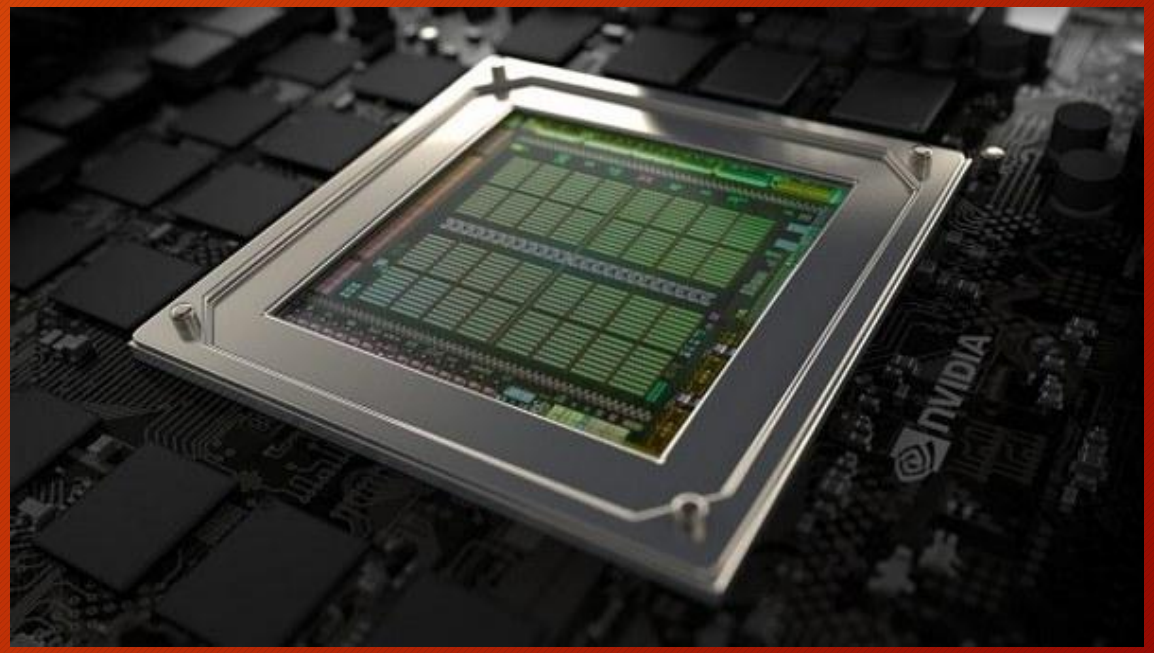
Как известно, процессор и графическая карта являются самыми горячими комплектующими компьютера, поэтому для них необходимо охлаждение. Если в случае с ЦП кулер устанавливается отдельно, то в большинство видеокарт вмонтирован радиатор и несколько вентиляторов, что позволяет сохранить относительно низкую температуру при сильных нагрузках. Некоторые мощные современные карточки очень сильно греются, поэтому для их охлаждения используется более мощная водяная система.



Характеристики

Графическое ядро (GPU)

Является основой видеокарты и именно от него во многом зависят быстродействие и возможности всего устройства. Оно занимается расчётами выводимого изображения, освобождая от этой обязанности CPU (процессор компьютера), а так же производит расчёты для обработки команд трёхмерной графики.
Основная техническая характеристика ядра - это частота, которая измеряется в мегагерцах. Чем больше это значение, тем быстрее, производительнее и мощнее сама видеокарта, т.е при выборе между двумя карточками, производительность выше будет у той, частота графического процессора которой выше, а посему в первую очередь мы обращаем внимание именно на этот параметр.



Видеопамять

Вторая по важности и так же сильно влияющая на конечную производительность видеокарты характеристика. Она хранит в себе всю графическую информацию, созданную ядром.

Есть несколько типов видеопамяти, а именно, в зависимости от ценового сегмента, это может быть память типа: DDR, DDR2, DDR3, GDDR3, GDDR5 и тп. По идее эта ротация определяет быстродействие памяти. Хотя, на практике, это чистый маркетинг и важней вовсе не все эти 1-2-3, а только характеристики, а именно:

- объем памяти (измеряется в мегабайтах)
- разрядность шины памяти (измеряется в битах)
- тактовая частота памяти.

Важнее остальных здесь разрядность шины, ибо она является параметром, определяющим производительность видеопамяти и видеокарты в целом. Большая разрядность (или, как говорят, ширина шины памяти) позволяет передавать большее количество информации в единицу времени в графическое ядро и обратно (это называется пропускной способностью), что, естественно, обеспечивает большую производительность видеокарты.

Современные типы видеопамяти

Тип	Год выпуска	Частота МГц	Ширина буфера	Напряжение
GDDR	2001	200	2 бит	2.5 V
GDDR2	2003	500	4 бит	2.5 V
GDDR3	2004	900	4 бит	1.8 V
GDDR4	2006	1200	4 бит	1.8 V
	2006	1400	8 бит	1.8 V
GDDR5	2008	5000	8 бит	1.5 V
GDDR6	2017	16000	16 бит	1.3 V
GDDR6x	2020	21000	16 бит	1.3 V

Разрядность шины памяти

Как и тип памяти, зависят от ценового сегмента видеокарты:

- У видеокарт инфрабюджетного ценового сегмента - это 64 и 128 бит
- У видеокарт бюджетного ценового сегмента - это 128 и 256 (иногда, чаще всего у переходных видеокарт)
- У видеокарт среднего и высшего ценового сегмента - это 256, 384, 448, 512, 2*512 (если видеокарта двухчиповая), 768 и далее

Важнее остальных здесь разрядность шины, ибо она является параметром, определяющим производительность видеопамяти и видеокарты вцелом. Большая разрядность (или, как говорят, ширина шины памяти) позволяет передавать большее количество информации в единицу времени в графическое ядро и обратно (это называется пропускной способностью), что, естественно, обеспечивает большую производительность видеокарты.

Представьте себе ситуацию: Вы пришли в магазин за новой видеокартой. После ознакомления с товаром Вы видите две видеокарты на одном чипе и одного производителя. Читая характеристики, вы обнаруживаете, что типы памяти у них одинаковые, а вот её объем и разрядность шины отличаются. У одной 512 мб и разрядность 256 бит, а у другой 1024 мб и разрядность 128 бит. Как Вы думаете, какую видеокарту лучше выбрать? Исходя из сказанного мною выше, правильным выбором будет видеокарта с 512 мб и 256 битами, ибо пропускная способность оной будет существенно больше, а значит и общая производительность карточки будет отличаться в разы.

Тактовая частота видеочипа

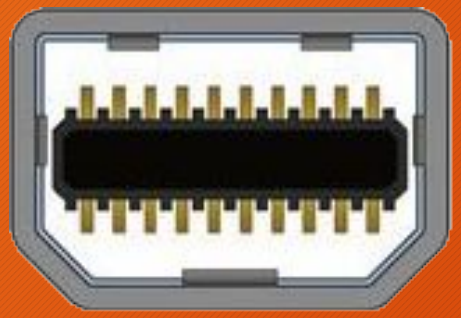
Рабочая частота GPU обычно измеряется в мегагерцах, т. е. миллионах тактов в секунду. Эта характеристика прямо влияет на производительность видеочипа — чем она выше, тем больший объем работы GPU может выполнить в единицу времени, обработать большее количество вершин и пикселей. Пример из реальной жизни: 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 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.

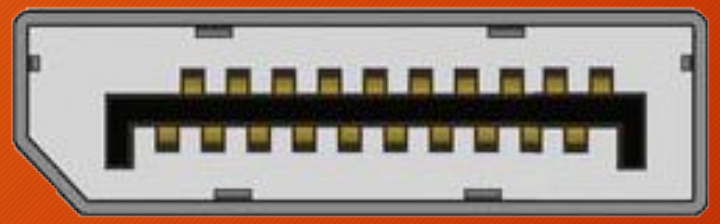
Интерфейсы

Интерфейсы подключения

Современные графические карты оснащены преимущественно по одному разъему HDMI, DVI и DisplayPort. Данные выводы являются самыми прогрессивными, быстрыми и стабильными. Каждый из этих интерфейсов имеет свои преимущества и недостатки.

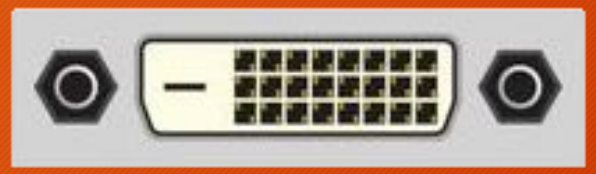


Mini DisplayPort



DisplayPort

HDMI



Dual-link DVI

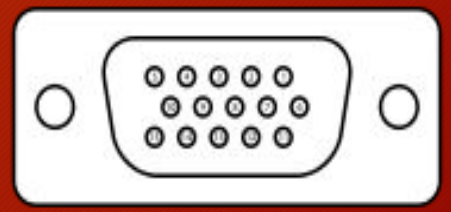
DVI-I

VGA

Интерфейс VGA(D-SUB)

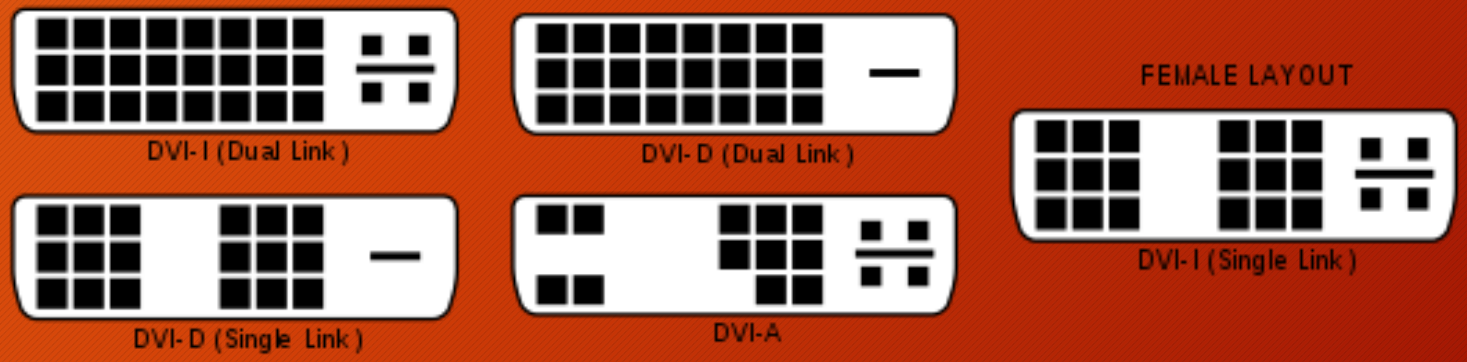
15-контактный субминиатюрный аналоговый разъём для подключения мониторов по стандарту видеоинтерфейса VGA (англ. Video Graphics Array). VGA разработан в 1987 году и предназначен для мониторов на электронно-лучевых трубках. Также данным интерфейсом оснащаются некоторые проигрыватели DVD, многие плазменные и ЖК-телевизоры. VGA работает по обычному принципу горизонтально-вертикальной развертки. Изменение напряжения на RGB-пинах означает изменение яркости свечения светодиодной матрицы. Максимальное напряжение сигнала RGB-пинов составляет 0,7 В макс (входное сопротивление 75 Ом).

К 2010-м годам VGA устарел и активно вытесняется цифровыми интерфейсами DVI, HDMI и DisplayPort. Крупнейшие производители электроники Intel и AMD объявили о полном отказе от поддержки VGA в 2015 году. Большинство мониторов, уже не имеющих разъёма VGA, подключаются к видеоадаптеру с комбинированным DVI-I-выходом посредством переходника.



Интерфейс DVI

Digital Visual Interface, сокр. DVI (с англ. — «цифровой видеоинтерфейс») — стандарт на интерфейс, предназначенный для передачи видеоизображения на цифровые устройства отображения, такие как жидкокристаллические мониторы, телевизоры и проекторы. Разработан консорциумом Digital Display Working Group. DVI-D - базовый тип DVI интерфейса. Подразумевает только цифровое подключение, поэтому не может использоваться с видеокартами, имеющими только аналоговый выход. Очень широко распространен. DVI-I - расширенный вариант интерфейса DVI-D, наиболее часто встречающийся в настоящее время. Содержит 2 типа сигналов - цифровой и аналоговый. Видеокарты можно подключать как по цифровому, так и по аналоговому соединению, видеокарту с VGA(D-Sub)-выходом можно подключить к нему через простой пассивный переходник или специальным кабелем.



Интерфейс HDMI

HDMI (High Definition Multimedia Interface). Интерфейс для мультимедиа высокой чёткости, позволяющий передавать цифровые видеоданные высокого разрешения и многоканальные цифровые аудиосигналы с защитой от копирования (HDCP). Разъём HDMI обеспечивает цифровое DVI-соединение нескольких устройств с помощью соответствующих кабелей. Основное различие между HDMI и DVI в том, что разъём HDMI меньше по размеру, а также поддерживает передачу многоканальных цифровых аудиосигналов. Является заменой аналоговых стандартов подключения, таких как SCART, VGA, YPbPr, RCA, S-Video. Основателями HDMI являются компании Hitachi, Matsushita Electric Industrial, Philips, Silicon Image, Sony и Thomson. Если в наименовании HDMI-кабеля присутствует термин Ethernet, это значит, что с его помощью можно установить подключение к интернету. Такой HDMI-кабель способен полностью заменить сетевой Ethernet-провод.

Интерфейс HDMI сравнение

Версия HDMI	1.0 – 1.2a	1.4	1.4a	1.4b	2.0	2.0a	2.0b	2.1
Full HD	+	+	+	+	+	+	+	+
4k UHD	-	+ (24 Гц)		+ (30 Гц)	+ (60 Гц)			
Dynamic HDR	-	-	-	-	-	+	+	+

Интерфейс HDMI сравнение

HDMI Standard

- Разрешение составляет 720p с частотой 60 Гц или 1080i с частотой 60 Гц.
- Скорость передачи — от 1,782 Гбит/с до 2,25 Гбит/с.
- Поддерживаются все версии HDMI до 1.3

HDMI Premium High Speed

- Разрешение 4K UHD с частотой 60 Гц.
- 3D-контент передается также в UHD.
- Поддерживаются HDR и 32 аудиоканала.
- Скорость передачи — 18 Гбит/с.
- Поддерживаются все версии HDMI до 2.0.

HDMI High Speed

- Разрешение 2160p (4K) с частотой 30 Гц.
- 3D-контент передается в Full HD.
- Технология Deep Color увеличивает глубину цвета.
- Скорость передачи — не менее 8,16 Гбит/с.
- Поддерживаются все версии HDMI до 1.4.

HDMI Ultra High Speed

- Разрешение до 8K с частотой 60 Гц.
- Скорость передачи — 48 Гбит/с.
- Поддерживаются все версии HDMI до 2.1.

Интерфейс DisplayPort

Стандарт был разработан VESA в 2006 году. Целью было заменить старый DVI. Также как и HDMI передает не только видео, но и аудио.

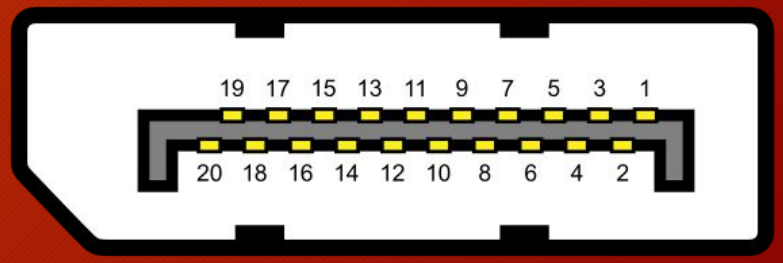
Одним из конструктивных преимуществ DP по сравнению с HDMI является механизм фиксации штекера в гнезде. Без нажатия механической кнопки кабель не вытащить — это может спасти от сгоревшего порта.

Помимо основного разъема, существует также версия DisplayPort mini, которая применяется в ноутбуках и других компактных устройствах. Например, лэптопы от Apple имеют разъем Thunderbolt 2, который обратно совместим с DP mini.

Распиновка очень похожа на HDMI, только вместо 19 контактов компания VESA использовала 20.

Функции DisplayPort:

1. **DisplayPort Dual-Mode** - позволяет выдавать сигнал в режиме HDMI/DVI, используя лишь пассивный переходник.
2. **DisplayPort ALT Mode** - дает возможность подключиться к устройству с разъемом USB Type-C.
3. **Multi-Stream Transport** - позволяет последовательно подключить между собой несколько мониторов, при этом к компьютеру или ноутбуку идет только один кабель.



Интерфейс DisplayPort сравнение

<table>
<tr><th>Версия DP</th><th>Макс. скорость передачи данных</th><th>Максимальное доступное разрешение</th><th>Поддержка HDR</th><th>Поддержка FreeSync и G-Sync</th></tr>
<tr><td>1.0 – 1.1a</td><td>8.64 Гбит/с</td><td>1080p при 144 Гц
1440p при 75 Гц
4к при 30 Гц</td><td rowspan="4">Нет</td><td>Нет</td></tr>
<tr><td>1.2 – 1.2a</td><td>17,28 Гбит/с</td><td>1080p при 240 Гц
1440p при 165 Гц
4к при 75 Гц</td><td rowspan="5">Да</td></tr>
<tr><td>1.3</td><td rowspan="2">25,92 Гбит/с</td><td>1080p при 360 Гц
1440p при 240 Гц
4к при 120 Гц
8к при 30 Гц</td></tr>
<tr><td>1.4 – 1.4a</td><td>См. версию 1.3 +
4к при 240 Гц *
8к при 120 Гц *</td><td rowspan="2">Да</td></tr>
<tr><td>2.0</td><td>77,37 Гбит/с</td><td>4к при 240 Гц
8к при 85 Гц</td></tr>
</table>

Программное обеспечение

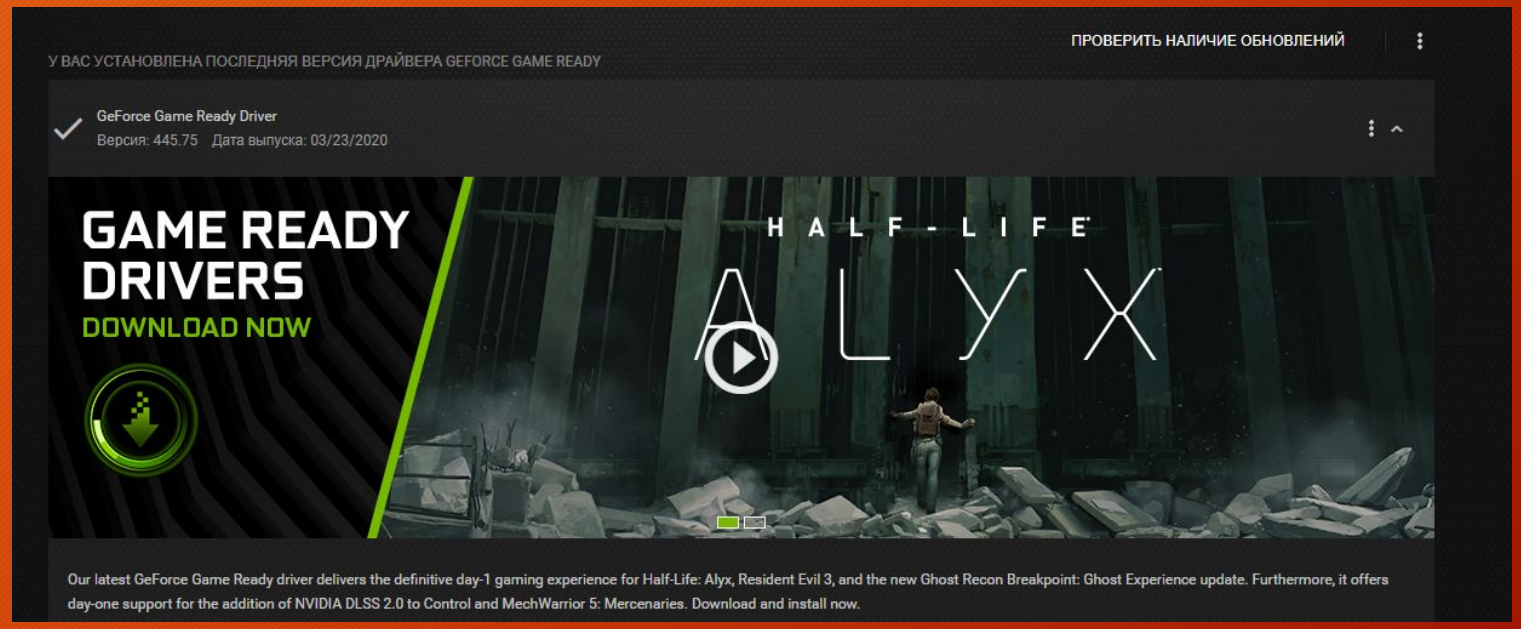
Программное обеспечение

Программное обеспечение — представляет собой набор специальных программ, позволяющих организовать обработку информации с использованием ПК.

Поскольку без ПО функционирование ПК невозможно в принципе, оно является неотъемлемой составной частью любого ПК и поставляется вместе с его аппаратной частью (hardware).

Драйвер

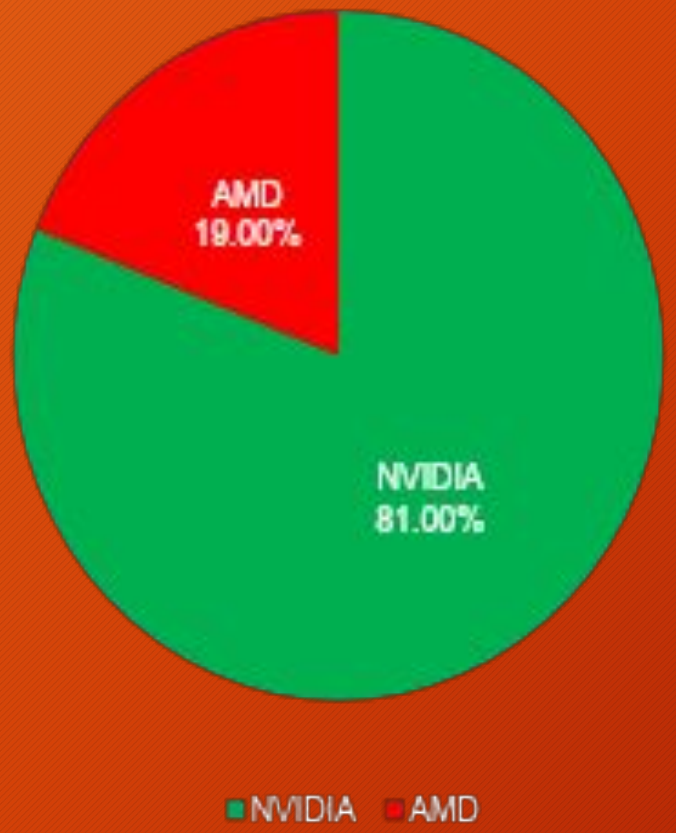
Драйвер — программное обеспечение, с помощью которого другое программное обеспечение получает доступ к аппаратному обеспечению некоторого устройства Для видеокарт драйвер является очень важней составляющей. Он может исправить некоторые проблемы и улучшить производительность. Драйвер надо обновлять примерно раз в месяц, либо с выходом новых игр. Обычно под каждую известную игру выходит драйвер.



DirectX

DirectX — это набор компонентов в ОС Windows, который позволяет программному обеспечению напрямую взаимодействовать с видео- и аудиооборудованием. Основное предназначение – компьютерные игры, однако он иногда необходим некоторым программам для работы с графикой.

Соотношение компаний на рынке видеокарт



Статистика Jon Peddie за 4-й квартал 2021 года

Компания AMD

Компания AMD

AMD (Advanced Micro Devices — «продвинутые микроустройства») - американский производитель интегральной микросхемной электроники, один из крупнейших производителей центральных процессоров, графических процессоров и адаптеров, материнских плат и чипсетов для них, также твердотельные накопители. Основана в 1969 году.

Ключевым этапом в развитии компании можно выделить 2006 год, когда AMD поглотила канадское предприятие ATI Technologies, которое специализировалось на разработке графических процессоров. С этого момента, AMD также занялась разработками в сфере графических процессоров. Поглощение также открыло для компании AMD новые возможности развития, включая разработку гибридных процессоров с интегрированной графикой.

Продукция производителя всегда отличалась привлекательным соотношением производительность/цена при достаточно демократичной розничной стоимости.

Одновременная работа над CPU и GPU позволила AMD стать самым крупным поставщиком решений для консолей, все ведущие консоли последних поколений работают на мощностях AMD.

Технологии AMD

Технологии AMD

AMD EyeFinity — технология компании AMD, позволяет использовать до 6 мониторов одновременно как в играх, так и в других задачах при работе с компьютером.

AMD FreeSync — технология предназначена для устранения разрывов изображения и увеличения плавности картинки, поддерживается не всеми мониторами и видеокартами AMD.

AMD TressFX Hair — система, моделирующая физические свойства волос в реальном времени.

API Vulcan — программный интерфейс, поддерживает низкоуровневое управление, обеспечивая большую производительность, низкую нагрузку на центральный процессор, и улучшенное качество изображения. Поддерживается не только видеокартами компании AMD, но и видеоадаптерами производства NVIDIA.

HD3D — технология компании AMD, аналогичная NVIDIA 3D Vision. Только для работы HD3D не требуется специальных стереоскопических очков – подойдут любые 3D-очки.

Виртуальное сверхвысокое разрешение (VSR) — технология компании AMD, симулирует избыточную выборку сглаживания в играх, не поддерживающих избыточную выборку сглаживания.

Технологии AMD

AMD CrossFire — использует мощь двух и более параллельно работающих дискретных видеокарт для значительного увеличения игровой производительности.

FidelityFX Super Resolution (FSR) — технология временного масштабирования изображения, разработанная AMD для использования в режиме реального времени в некоторых видеоиграх, для повышения разрешения изображений с более низким разрешением до более высокого разрешения для отображения на более качественных экранах.

AMD Smart Access Memory — позволяет центральному процессору задействовать сразу весь массив видеопамяти видеокарты, а не обращаться только к её части объёмом до 256 Мбайт.

Ray Accelerator — это специализированное аппаратное устройство, которое обрабатывает пересечение лучей, обеспечивая многократное ускорение пересечения по сравнению с программной реализацией.

AMD Infinity Cache — новый уровнень кэш-памяти, обеспечивающий высокую пропускную способность при более низком энергопотреблении и меньших задержках.

Компания NVIDIA

Компания NVIDIA

NVIDIA – крупнейшая американская компания (1993 г.), деятельность которой направлена на разработку и производство графических процессоров (GPU), большая часть продаж приходится на видеокарты.

Целевыми рынками компании являются индустрия компьютерных игр и сфера профессиональной визуализации. Очень важным звеном для компании является рынок искусственного интеллекта, который с каждым годом добивается всё больших достижений в области разработки ИИ.

Графические разработки процессоров зачастую опережали конкурентов и быстро развивались, радуя своих покупателей высокой производительностью и оптимальной ценой. Данная закономерность является актуальной и по сей день.

Технологии NVIDIA

Технологии NVIDIA

NVIDIA G-Sync — устранение разрывов экрана, т.е. заставляет видеодисплей адаптироваться к частоте кадров устройства вывода.

NVIDIA Optimus — объединение преимуществ (производительность и работа батареи) встроенной и дискретной графики, применяется только в ноутбуках.

NVIDIA CUDA — позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров NVIDIA.

NVIDIA 3D Vision — необходим для работы с 3D графикой; разделяет изображения для левого и правого глаз, для этого необходимы стерео очки.

NVIDIA PhysX — обеспечивает более реалистичное и насыщенное взаимодействие окружений (взрывы, дым, пыль и обломки) и персонажей, дающее яркие впечатления от игры.

NVIDIA Hairworks — используется для создания более динамичных и реалистичных волосяных покровов на игровых объектах.

Технологии NVIDIA

NVIDIA SLI — Позволяет нескольким графическим процессорам соединяться и работать на одном ПК через мост SLI для быстрой передачи данных между двумя устройствами.

NVIDIA OptiX — реализует рендеринг методом трассировки лучей в режиме реального времени при помощи графических процессоров производства NVIDIA.

NVIDIA DLSS — позволяет использовать более высокие графические настройки и/или частоту кадров для заданного выходного разрешения.

NVIDIA Reflex — это новый набор API для разработчиков игр, позволяющий определить и снизить задержку рендеринга.

NVIDIA RTX — это технология трассировки лучей в реальном времени и искусственного интеллекта, одно из самых важных достижений NVIDIA в компьютерной графике, которая представляет собой полноценную платформу, позволяющую создавать невероятные проекты в 3D, фотореалистичные симуляции и впечатляющие визуальные эффекты.

Примеры и тесты

Видеокарты NVIDIA GeForce RTX 30 серии

Видеокарты NVIDIA GeForce RTX 30 серии

GeForce 30-ого поколения — это семейство графических процессоров компании NVIDIA. Серия была анонсирована 1 сентября 2020 года, в годовщину выпуска первого процессора серии GeForce.

Видеокарты GeForce RTX 30X0 созданы на базе Ampere, архитектуры NVIDIA RTX нового поколения, и оснащены вторым поколением ядер для трассировки лучей, третьим поколением тензорных ядер и новыми потоковыми мультипроцессорами. Благодаря такой комбинации пользователи получают более реалистичную графику, прирост FPS и поддержку технологий на базе ИИ для игр, стриминга и обработки графики и видео.

NVIDIA GeForce RTX 3050

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 24,2 см : 11,2 см

Ядра NVIDIA CUDA – 2560

Тактовая частота с ускорением – 1,78 Гц

Базовая тактовая частота – 1,55 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 8 ГБ GDDR6

Разрядность шины памяти – 128 бит

Максимальная температура видеокарты – 93°C

Энергопотребление – 130 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 550 Вт

Дополнительные разъемы питания – Один 8-пиновый разъем PCIe

NVIDIA GeForce RTX 3060

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 24,2 см : 11,2 см

Ядра NVIDIA CUDA – 3584

Тактовая частота с ускорением – 1,78 Гц

Базовая тактовая частота – 1,32 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 12 ГБ GDDR6

Разрядность шины памяти – 192 бит

Максимальная температура видеокарты – 93°C

Энергопотребление – 170 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 550 Вт

Дополнительные разъемы питания – Один 8-пиновый разъем PCIe

NVIDIA GeForce RTX 3070

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 24,2 см : 11,2 см

Ядра NVIDIA CUDA – 5888

Тактовая частота с ускорением – 1,73 Гц

Базовая тактовая частота – 1,50 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 8 ГБ GDDR6

Разрядность шины памяти – 256 бит

Максимальная температура видеокарты – 93°C

Энергопотребление – 220 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 650 Вт

Дополнительные разъемы питания – Один 8-пиновый разъем PCIe

NVIDIA GeForce RTX 3080

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 28,5 см : 11,2 см

Ядра NVIDIA CUDA – 8960 / 8704

Тактовая частота с ускорением – 1,71 Гц

Базовая тактовая частота – 1,26 / 1,44 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 10/12 ГБ GDDR6X

Разрядность шины памяти – 384 / 320 бит

Максимальная температура видеокарты – 93°C

Энергопотребление – 350 / 320 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 750 Вт

Дополнительные разъемы питания – Два 8-пиновых разъема PCIe

NVIDIA GeForce RTX 3090

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 31,3 см : 13,8 см

Ядра NVIDIA CUDA – 10 496

Тактовая частота с ускорением – 1,70 Гц

Базовая тактовая частота – 1,40 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 24 ГБ GDDR6X

Разрядность шины памяти – 384 бит

Максимальная температура видеокарты – 93°C

Энергопотребление – 350 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 750 Вт

Дополнительные разъемы питания – Два 8-пиновых разъема PCIe

Видеокарты AMD Radeon RX 6000 серии

Видеокарты AMD Radeon RX 6000 серии

Radeon RX 6000 (также известная под названием Big Navi) — серия видеокарт, производимых Radeon Technologies Group, структурным подразделением компании AMD. Видеокарты основаны на новой архитектуре RDNA 2. Анонс серии состоялся 28 октября 2020 года.

В линейке серии были анонсированы видеокарты Radeon RX 6600 XT, Radeon RX 6700, XT RX 6800, RX 6800 и XT RX 6900 XT. Первая серия графических карт AMD с поддержкой трассировки лучей.

Radeon RX 6600 XT

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 21,5 см : 12,8 см

Ядра Navi 23– 2048

Максимальная тактовая частота – 2,5 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 8 ГБ

Разрядность шины памяти – 128 бит

Максимальная температура видеокарты – 83°C

Энергопотребление – 160 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 450 Вт

Дополнительные разъемы питания – Один 8-пиновый разъем PCIe

Radeon RX 6700 XT

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 28,1 см : 11,5 см

Ядра Navi 22 – 2560

Максимальная тактовая частота – 2,5 Гц

Стандартная конфигурация памяти –12 ГБ GDDR6

Разрядность шины памяти – 192 бит

Максимальная температура видеокарты – 85°C

Энергопотребление – 230 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 550 Вт

Дополнительные разъемы питания – Один 6-пиновый и один 8-пиновый разъем PCIe

Radeon RX 6800

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 26,7 см : 12,0 см

Ядра Navi 21 XL - 3840

Максимальная тактовая частота – 2,1 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 16 ГБ

Разрядность шины памяти – 256 бит

Максимальная температура видеокарты – 80°C

Энергопотребление – 250 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 650 Вт

Дополнительные разъемы питания – 2 x 8-пиновых разъемов PCIe

Radeon RX 6800 XT

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 31,0 см : 13,4 см

Ядра Navi 21 - 4608

Максимальная тактовая частота – 2,4 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 16 ГБ

Разрядность шины памяти – 256 бит

Максимальная температура видеокарты – 70°C

Энергопотребление – 300 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 700 Вт

Дополнительные разъемы питания – 2 x 8-пиновых разъемов PCIe

Radeon RX 6900 XT

СПЕЦИФИКАЦИИ ВИДЕОКАРТЫ:

Длина и ширина видеокарты – 32,0 см : 13,5 см

Ядра Navi 21 - 5120

Максимальная тактовая частота – 2,8 Гц

Стандартная конфигурация памяти – 16 ГБ

Разрядность шины памяти – 256 бит

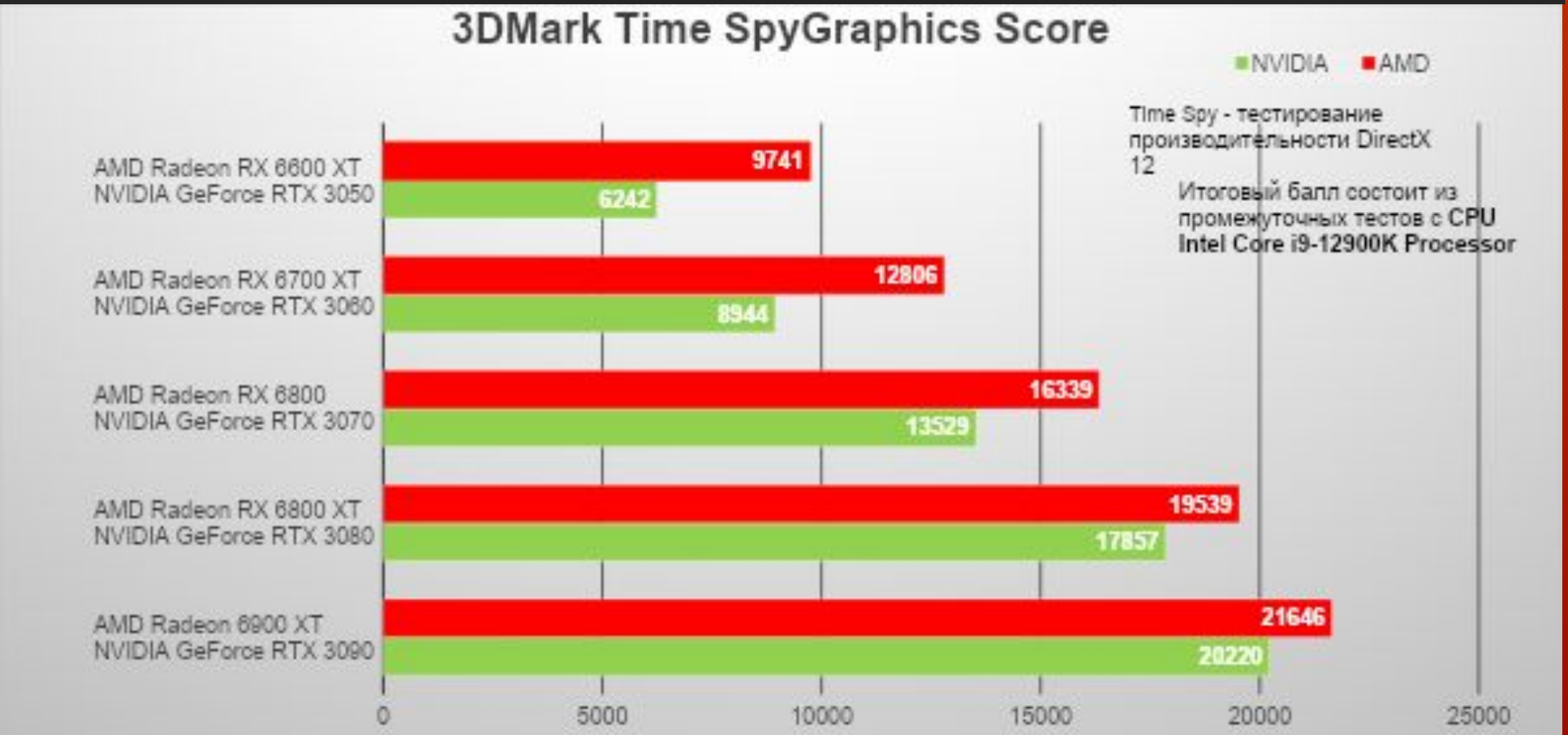
Максимальная температура видеокарты – 79°C

Энергопотребление – 300 Вт

Рекомендуемые системные требования по питанию – 700 Вт

Разъемы питания – 2 x 8-пиновых разъемов PCIe

Сравнение производительности в синтетических тестах видеокарт AMD Radeon RX 6000 серии и видеокарт NVIDIA RTX 30 серии



Сравнение производительности FPS видеокарт AMD Radeon RX 6000 серии и видеокарт NVIDIA 30 серии на Ultra настройках в Full HD и в 4k

Вопросы

Вопросы

1. Устройство видеокарты.
2. Внешние интерфейсы подключения.
3. Характеристики версий HDMI?
4. Характеристики версий DisplayPort?
5. Характеристики видеокарты.
6. Типы видеопамяти?
7. Что такое DirectX?
8. Производители видеокарт.
9. Технологии AMD
10. Технологии NVIDIA

Вопросы

1. Какая деталь является самой важной в видеокарте (от неё зависит быстродействие и мощность всего устройства)?
   а) Видеоконтроллер б) Графический процессор в) Видеопамять г) ПЗУ
2. Какие интерфейсы подключения видеокарты существуют?
   а) Display Port, HDMI, MSA, DWI б) Display Port, VGA, HDMI, DWI в) Mirror Port, Display Port, VGA, HDMI г) Display Port, HDMI, VGA, DVI
3. Что такое программное обеспечение?
   а) Файловая система б) Набор программ, позволяющих организовать обработку информации с использованием ПК
   в) Операционная система г) Совокупность файлов и папок
4. Как называется технология NVIDIA, позволяющая использовать несколько видеокарт в одном ПК?
   а) DLSS б) RTX в) SLI г) CUDA
5. Какая версия HDMI поддерживает 4к 60гц?
   а) 2.0 б) 1.0 в) 1.4 г) 1.4b
6. Частота GDDR6 памяти?
   а) 21 ГГц б) 20 ГГц в) 22 ГГЦ г) 18 ГГц
7. Какие версии DisplayPort поддерживают 8к?
   а) 1.1, 2.0, 1.2a б) 1.3, 1.4, 1.2a в) 1.2, 1.2a, 2.0 г) 1.3, 1.4, 2.0
8. Какой видеокарты нет в линейке NVIDIA 30 серии?
   а) 3090 б) 3070 в) 3050 г) 3030
9. Какие современные типы видеопамяти существуют?
   а) GDDR5, GDDR6, GDDR6s б) GDDR5, GDDR5s, GDDR6 в) GDDR5, GDDR6, GDDR6x г) GDDR6, GDDR6s, GDDR6x
10. Какой канал связи поддерживает DVI-I?
   а) только аналоговый б) только цифровой в) аналоговый и цифровой г) ничего из перечисленного