**ЗВУКОВАЯ КАРТА**

Как можно догадаться из названия, данное устройство необходимо для вывода звука, создающегося в компьютере. Многие звуковые карты встроены в материнские платы производителями. Однако зачастую, когда необходим звук действительно высокого качества, лучшим вариантом является покупка отдельной звуковой карты. Современные звуковые платы представляют собой класс устройств, которые могут применяться для гораздо более высоких целей, чем вывод звука на дешевые колонки. Хорошая звуковая карта может быть центром домашнего кинотеатра, профессиональных студий и Hi-Fi систем.

Более того, если раньше пользовались спросом исключительно встроенные карты, то сейчас они подразделяются на мультимедийные, полупрофессиональные, профессиональные и внешние звуковые платы, стоимость которых может доходить до 1000 долларов и больше.

Звуковая карта (звуковая плата, аудиокарта; англ. sound card) — дополнительное оборудование персонального компьютера и ноутбука, позволяющее обрабатывать звук (выводить на акустические системы и/или записывать). На момент появления звуковые платы представляли собой отдельные карты расширения, устанавливаемые в соответствующий слот. В современных материнских платах представлены в виде интегрированного в материнскую плату аппаратного кодека (согласно спецификации Intel AC’97 или Intel HD Audio).

**История звуковых карт для IBM PC**

Поскольку IBM PC проектировался не как мультимедийная машина, а инструмент для решения научных и деловых задач, звуковая карта на нём не была предусмотрена и даже не запланирована. Единственный звук, который издавал компьютер, был звук встроенного динамика, сообщавший о неисправностях. (На компьютерах фирмы Apple звук присутствовал изначально.)

В 1986 году в продажу поступило устройство фирмы Covox Inc. Оно присоединялось к принтерному порту IBM PC и позволяло воспроизводить монофонический цифровой звук. Пожалуй, Covox можно считать первой внешней звуковой платой. Covox был очень дёшев и прост по устройству (практически простейший резистивный ЦАП) и оставался популярным в течение 90-х годов. Появилось большое количество модификаций, в том числе — для воспроизведения стереофонического звучания.

В 1988 году фирма Creative Labs выпустила Creative Music System (С/MS, позднее также продавалась под названием Game Blaster) на основе двух микросхем звукогенератора Philips SAA 1099, каждая из которых могла воспроизводить по 6 тонов одновременно. Примерно в это же время компания AdLib выпустила свою карту, одноимённую с названием фирмы, на основе микросхемы YM3812 фирмы Yamaha. Данный синтезатор для генерации звука использовал принцип частотной модуляции (FM, frequency modulation). Данный принцип позволял получить более естественное звучание инструментов, чем у Game Blaster.

Вскоре Creative выпустили карту на той же микросхеме, полностью совместимую с AdLib, но превосходящую её по качеству звучания. Эта плата стала основой стандарта Sound Blaster, который в 1991 году Microsoft включила в стандарт Multimedia PC (MPC). Однако эти карты имели ряд недостатков: искусственное звучание инструментов и большие объёмы файлов, одна минута качества AUDIO-CD занимала порядка 10 Мегабайт.

Одним из методов сокращения объёмов, занимаемых музыкой, является MIDI (Musical Instrument Digital Interface) — способ записи команд, посылаемых инструментам. MIDI-файл (обычно это файл с расширением mid) содержит ссылки на ноты. Когда MIDI-совместимая звуковая карта получает эту ссылку, она ищет необходимый звук в таблице (Wave Table). Стандарт General MIDI описывает около 200 звуков. Карты, поддерживающие этот стандарт, обычно имеют память, в которой хранятся звуки, либо используют для этого память компьютера. Одной из первых wavetables-карт была Gravis Ultrasound, получившая в России прозвище «Гусь» (от сокращённого названия GUS). Creative, стремясь упрочить своё положение на рынке, выпустила собственный звуковой процессор EMU8000 (EMU8K) и музыкальную плату на его основе Sound Blaster AWE32, которая была, несомненно, лучшей картой того времени. «32» — это количество голосов MIDI-синтезатора в карточке.

С возрастанием мощности процессоров, постепенно стала отмирать шина ISA, на которой работали все предыдущие звуковые карты, и многие производители переключились на выпуск карты для шины PCI. В 1998 году компания Creative вновь делает широкий шаг в развитии звука и выпуском карты Sound Blaster Live! на аудиопроцессоре EMU10K, который поддерживал технологию EAX, устанавливает новый стандарт для IBM PC, который остаётся (в усовершенствованном виде) актуален и по сей день.

**Интегрированная аудиоподсистема AC’97**

AC’97 (сокращенно от англ. audio codec '97) — это стандарт для аудиокодеков, разработанный подразделением Intel Architecture Labs компании Intel в 1997 г. Этот стандарт используется в основном в системных платах, модемах, звуковых картах и корпусах с аудиорешением передней панели. AC’97 поддерживает частоту дискретизации 96 кГц при использовании 20-разрядного стереоразрешения и 48 кГц при использовании 20-разрядного стерео для многоканальной записи и воспроизведения.

AC’97 состоит из встроенного в южный мост чипсета хост-контроллера и расположенного на плате аудиокодека. Хост-контроллер (он же цифровой контроллер, DC’97; англ. digit controller) отвечает за обмен цифровыми данными между системной шиной и аналоговым кодеком. Аналоговый кодек — это небольшой чип (4×4 мм, корпус TSOP, 48 выводов), который осуществляет аналогоцифровое и цифроаналоговое преобразования в режиме программной передачи или по DMA. Состоит из узла, непосредственно выполняющего преобразования — АЦП/ЦАП (аналоговоцифровой преобразователь / цифроаналоговый преобразователь; англ. analog digital converter / digital analog converter, сокр. ADC/DAC). От качества применяемого АЦП/ЦАП во многом зависит качество оцифровки и декодирования цифрового звука.

**HD Audio**

HD Audio (от англ. high definition audio — звук высокой чёткости) является эволюционным продолжением спецификации AC’97, предложенным компанией Intel в 2004 году, обеспечивающим воспроизведение большего количества каналов с более высоким качеством звука, чем при использовании интегрированных аудиокодеков AC’97. Аппаратные средства, основанные на HD Audio, поддерживают 24-разрядное качество звучания (до 192 кГц в стереорежиме, до 96 кГц в многоканальном режимах — до 8 каналов).

Формфактор кодеков и передачи информации между их элементами остался прежним. Изменилось только качество микросхем и подход к обработке звука.

**Сравнение спецификаций**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **AC '97** | **HD Audio** | **Преимущество HD Audio** |
| 20 бит 96 кГц максимум | 24 бит 192 кГц максимум | Полноценная поддержка новых форматов, таких, как DVD-Audio |
| 2.0 | 5.1/7.1 | Полноценная поддержка новых форматов, таких, как Dolby Digital Surround EX, DTS ES |
| Полоса пропускания 11,5 Мб/с | 48 Мб/с выход, 24 Мб/с вход | Более широкая полоса пропускания позволяет использовать большее число каналов в более детальных форматах |
| Фиксированная полоса пропускания | Задаваемая полоса пропускания | Используются только необходимые ресурсы |
| Определённый канал DMA | DMA каналы общего назначения | Поддержка многопоточности и нескольких подобных устройств |
| Одно звуковое устройство в системе | Несколько логических звуковых устройств | Поддержка концепции Digital Home / Digital Office, вывод разных звуков на разные выводы для мультирумных возможностей и отдельного голосового чата во время онлайн-игр |
| Опорная частота задаётся извне, основным кодеком | Опорная частота берётся от чипсета | Единый высококачественный задающий генератор для синхронизации |
| Стабильность работы зависит от стороннего ПО третьих фирм | Универсальная архитектура звукового драйвера от Microsoft | Единый драйвер для большей стабильности OS и базовой функциональности, не требуется специальная установка драйверов |
| Ограниченное автоопределение и переопределение | Полное автоопределение и переопределение | Полная поддержка Plug and Play |
| Стереомикрофон или 2 микрофона | Поддержка массива из 16 микрофонов, максимум | Более точные ввод и распознавание речи |

**ВИДЕОКАРТА**

Принцип работы видеокарты похож на работу звуковой: она представляет собой устройство, которое преобразовывает изображение компьютера в видеосигнал, поступающий на монитор. Как правило, видеокарта вставляется в специально существующий для нее разъем на материнской плате. Однако интегрированные видеокарты тоже используются нередко.

Типичная видеокарта включает в себя 6 элементов.

1. Графический процессор, например, анализирует выводимое изображение, тем самым высвобождая память центрального процессора компьютера от лишних вычислений.
2. Видеоконтроллер необходим для обработки запросов главного процессора и для формирования изображения в видеопамяти.
3. Видеопамять представляет собой аналог буфера обмена, в котором содержится изображение, которое выводится на экран.
4. Цифро-аналоговый преобразователь преобразует изображение, создаваемое видеоконтроллером, в различные уровни цветовой интенсивности, которые подаются на монитор.
5. Видео-ПЗУ хранит в себе служебные данные, а видеодрайвер используется для обеспечения корректной работы графического адаптера.

Видеока́рта — 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 Vulcan на аппаратном уровне. В последнее время также имеет место тенденция использовать вычислительные возможности графического процессора для решения неграфических задач.

Обычно видеокарта выполнена в виде печатной платы (плата расширения) и вставляется в слот расширения, универсальный либо специализированный (AGP, PCI Express). Также широко распространены и встроенные (интегрированные) в системную плату видеокарты — как в виде отдельного чипа, так и в качестве составляющей части северного моста чипсета или ЦПУ; в этом случае устройство, строго говоря, не может быть названо видеокартой.

Одним из первых графических адаптеров для IBM PC стал MDA (Monochrome Display Adapter) в 1981 году. Он работал только в текстовом режиме с разрешением 80×25 символов (физически 720×350 точек) и поддерживал пять атрибутов текста: обычный, яркий, инверсный, подчёркнутый и мигающий. Никакой цветовой или графической информации он передавать не мог, и то, какого цвета будут буквы, определялось моделью использовавшегося монитора. Обычно они были белыми, янтарными или изумрудными на чёрном фоне. Фирма Hercules в 1982 году выпустила дальнейшее развитие адаптера MDA, видеоадаптер HGC (Hercules Graphics Controller — графический адаптер Геркулес), который имел графическое разрешение 720×348 точек и поддерживал две графические страницы. Но он всё ещё не позволял работать с цветом.

Первой цветной видеокартой стала CGA (Color Graphics Adapter), выпущенная IBM и ставшая основой для последующих стандартов видеокарт. Она могла работать либо в текстовом режиме с разрешениями 40×25 знакомест и 80×25 знакомест (матрица символа — 8×8), либо в графическом с разрешениями 320×200 точек или 640×200 точек. В текстовых режимах доступно 256 атрибутов символа — 16 цветов символа и 16 цветов фона (либо 8 цветов фона и атрибут мигания), в графическом режиме 320×200 было доступно четыре палитры по четыре цвета каждая, режим высокого разрешения 640×200 был монохромным. В развитие этой карты появился EGA (Enhanced Graphics Adapter) — улучшенный графический адаптер, с расширенной до 64 цветов палитрой, и промежуточным буфером. Было улучшено разрешение до 640×350, в результате добавился текстовый режим 80×43 при матрице символа 8×8. Для режима 80×25 использовалась большая матрица — 8×14, одновременно можно было использовать 16 цветов, цветовая палитра была расширена до 64 цветов. Графический режим также позволял использовать при разрешении 640×350 16 цветов из палитры в 64 цвета. Был совместим с CGA и MDA.

Стоит заметить, что интерфейсы с монитором всех этих типов видеоадаптеров были цифровые, MDA и HGC передавали только светится или не светится точка и дополнительный сигнал яркости для атрибута текста «яркий», аналогично CGA по трём каналам (красный, зелёный, синий) передавал основной видеосигнал, и мог дополнительно передавать сигнал яркости (всего получалось 16 цветов), EGA имел по две линии передачи на каждый из основных цветов, то есть каждый основной цвет мог отображаться с полной яркостью, 2/3 или 1/3 от полной яркости, что и давало в сумме максимум 64 цвета.

В ранних моделях компьютеров от IBM PS/2 появляется новый графический адаптер MCGA (Multicolor Graphics Adapter — многоцветный графический адаптер). Текстовое разрешение было поднято до 640x400, что позволило использовать режим 80x50 при матрице 8x8, а для режима 80x25 использовать матрицу 8x16. Количество цветов увеличено до 262144 (64 уровня яркости по каждому цвету), для совместимости с EGA в текстовых режимах была введена таблица цветов, через которую выполнялось преобразование 64-цветного пространства EGA в цветовое пространство MCGA. Появился режим 320x200x256, где каждый пиксель на экране кодировался соответствующим байтом в видеопамяти, никаких битовых плоскостей не было, соответственно с EGA осталась совместимость только по текстовым режимам, совместимость с CGA была полная. Из-за огромного количества яркостей основных цветов возникла необходимость использования уже аналогового цветового сигнала, частота строчной развёртки составляла уже 31,5 кГц.

Потом IBM пошла ещё дальше и сделала VGA (Video Graphics Array — графический видеомассив), это расширение MCGA, совместимое с EGA и введённое в средних моделях PS/2. Это фактический стандарт видеоадаптера с конца 80-х годов. Добавлены: текстовое разрешение 720x400 для эмуляции MDA и графический режим 640x480 с доступом через битовые плоскости. Режим 640x480 замечателен тем, что в нём используется квадратный пиксель, то есть соотношение числа пикселей по горизонтали и вертикали совпадает со стандартным соотношением сторон экрана — 4:3. Дальше появился IBM 8514/a с разрешениями 640x480x256 и 1024x768x256, и IBM XGA с текстовым режимом 132x25 (1056x400) и увеличенной глубиной цвета (640x480x65K).

С 1991 года появилось понятие SVGA (Super VGA — «сверх» VGA) — расширение VGA с добавлением более высоких режимов и дополнительного сервиса, например, возможности поставить произвольную частоту кадров. Число одновременно отображаемых цветов увеличивается до 65 536 (High Color, 16 бит) и 16 777 216 (True Color, 24 бита), появляются дополнительные текстовые режимы. Из сервисных функций появляется поддержка VBE (VESA BIOS Extention — расширение BIOS стандарта VESA). SVGA воспринимается как фактический стандарт видеоадаптера где-то с середины 1992 года, после принятия ассоциацией VESA стандарта VBE версии 1.0. До того момента практически все видеоадаптеры SVGA были несовместимы между собой.

Графический пользовательский интерфейс, появившийся во многих операционных системах, стимулировал новый этап развития видеоадаптеров. Появляется понятие «графический ускоритель» (graphics accelerator). Это видеоадаптеры, которые производят выполнение некоторых графических функций на аппаратном уровне. К числу этих функций относятся: перемещение больших блоков изображения из одного участка экрана в другой (например, при перемещении окна), заливка участков изображения, рисование линий, дуг, шрифтов, поддержка аппаратного курсора и т. п. Прямым толчком к развитию столь специализированного устройства явилось то, что графический пользовательский интерфейс, несомненно, удобен, но его использование требует от центрального процессора немалых вычислительных ресурсов, и современный графический ускоритель как раз и призван снять с него львиную долю вычислений по окончательному выводу изображения на экран.

**Современная видеокарта состоит из следующих частей:**

**1. Графический процессор**

Графический процессор (Graphics processing unit (GPU) — графическое процессорное устройство) занимается расчётами выводимого изображения, освобождая от этой обязанности центральный процессор, производит расчёты для обработки команд трёхмерной графики. Является основой графической платы, именно от него зависят быстродействие и возможности всего устройства. Современные графические процессоры по сложности мало чем уступают центральному процессору компьютера, и зачастую превосходят его как по числу транзисторов, так и по вычислительной мощности, благодаря большому числу универсальных вычислительных блоков. Однако архитектура GPU прошлого поколения обычно предполагает наличие нескольких блоков обработки информации, а именно: блок обработки 2D-графики, блок обработки 3D-графики, в свою очередь, обычно разделяющийся на геометрическое ядро (плюс кэш вершин) и блок растеризации (плюс кэш текстур) и др.

**2. Видеоконтроллер**

Видеоконтроллер отвечает за формирование изображения в видеопамяти, даёт команды RAMDAC на формирование сигналов развёртки для монитора и осуществляет обработку запросов центрального процессора. Кроме этого, обычно присутствуют контроллер внешней шины данных (например, PCI или AGP), контроллер внутренней шины данных и контроллер видеопамяти. Ширина внутренней шины и шины видеопамяти обычно больше, чем внешней (64, 128 или 256 разрядов против 16 или 32), во многие видеоконтроллеры встраивается ещё и RAMDAC. Современные графические адаптеры (AMD, nVidia) обычно имеют не менее двух видеоконтроллеров, работающих независимо друг от друга и управляющих одновременно одним или несколькими дисплеями каждый.

**3. Видео-ПЗУ**

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 (в зависимости от применяемого метода разделения ответственности между драйвером и BIOS). На многих современных картах устанавливаются электрически перепрограммируемые ПЗУ (EEPROM, Flash ROM), допускающие перезапись видео-BIOS самим пользователем при помощи специальной программы.

**4. Видео-ОЗУ**

Видеопамять выполняет функцию кадрового буфера, в котором хранится изображение, генерируемое и постоянно изменяемое графическим процессором и выводимое на экран монитора (или нескольких мониторов). В видеопамяти хранятся также промежуточные невидимые на экране элементы изображения и другие данные. Видеопамять бывает нескольких типов, различающихся по скорости доступа и рабочей частоте. Современные видеокарты комплектуются памятью типа DDR, GDDR2, GDDR3, GDDR4, GDDR5 и HBM. Следует также иметь в виду, что, помимо видеопамяти, находящейся на видеокарте, современные графические процессоры обычно используют в своей работе часть общей системной памяти компьютера, прямой доступ к которой организуется драйвером видеоадаптера через шину AGP или PCIE. В случае использования архитектуры Uniform Memory Access в качестве видеопамяти используется часть системной памяти компьютера.

**5. 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.

**6. Коннектор**

Видеоадаптеры MDA, Hercules, EGA и CGA оснащались 9-контактным разъёмом типа D-Sub. Изредка также присутствовал коаксиальный разъём Composite Video, позволяющий вывести чёрно-белое изображение на телевизионный приёмник или монитор, оснащённый НЧ-видеовходом.

Видеоадаптеры VGA и более поздние обычно имели всего один разъём VGA (15-контактный D-Sub). Изредка ранние версии VGA-адаптеров имели также разъём предыдущего поколения (9-контактный) для совместимости со старыми мониторами. Выбор рабочего выхода задавался переключателями на плате видеоадаптера.

В настоящее время платы оснащают разъёмами DVI или HDMI, либо DisplayPort в количестве от одного до трёх (некоторые видеокарты ATi последнего поколения оснащаются шестью коннекторами).

Порты DVI и HDMI являются эволюционными стадиями развития стандарта передачи видеосигнала, поэтому для соединения устройств с этими типами портов возможно использование переходников (разъём DVI к гнезду D-Sub — аналоговый сигнал, разъём HDMI к гнезду DVI-D — цифровой сигнал, который не поддерживает технические средства защиты авторских прав (англ. High Bandwidth Digital Copy Protection, HDCP), поэтому без возможности передачи многоканального звука и высококачественного изображения). Порт DVI-I также включает аналоговые сигналы, позволяющие подключить монитор через переходник на старый разъём D-SUB (DVI-D не позволяет этого сделать).

DisplayPort позволяет подключать до четырёх устройств, в том числе аудиоустройства, USB-концентраторы и иные устройства ввода-вывода.

Также на видеокарте могут быть размещены композитный и компонентный S-Video видеовыход; также видеовход (обозначаются, как ViVo)

**7. 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.

**8. Драйвер устройства**

Драйвер устройства обычно поддерживает одну или несколько карт, и должен быть написан специально для определённой операционной системы (ОС).

Большинство устройств требуют проприетарных драйверов для использования всей функциональности, эти драйвера для популярных ОС обычно поставляются с устройством и часто доступны для бесплатного скачивания с сайта производителя. Разрабатывается несколько драйверов видеокарт с открытым исходным кодом, но многие из них могут использовать лишь основную функциональность карт.

**9. Видеопамять**

Кроме шины данных, второе узкое место любого видеоадаптера — это пропускная способность (англ. bandwidth) памяти самого видеоадаптера. Причём изначально проблема возникла даже не столько из-за скорости обработки видеоданных (это сейчас часто стоит проблема информационного «голода» видеоконтроллера, когда он данные обрабатывает быстрее, чем успевает их читать/писать из/в видеопамять), сколько из-за необходимости доступа к ним со стороны видеопроцессора, центрального процессора и RAMDAC. Дело в том, что при высоких разрешениях и большой глубине цвета для отображения страницы экрана на мониторе необходимо прочитать все эти данные из видеопамяти и преобразовать в аналоговый сигнал, который и пойдёт на монитор, столько раз в секунду, сколько кадров в секунду показывает монитор. Возьмём объём одной страницы экрана при разрешении 1024x768 точек и глубине цвета 24 бит (True Color), это составляет 2,25 МБ. При частоте кадров 75 Гц необходимо считывать эту страницу из памяти видеоадаптера 75 раз в секунду (считываемые пикселы передаются в RAMDAC, и он преобразовывает цифровые данные о цвете пиксела в аналоговый сигнал, поступающий на монитор), причём ни задержаться, ни пропустить пиксел нельзя, следовательно, номинально потребная пропускная способность видеопамяти для данного разрешения составляет приблизительно 170 МБ/с, и это без учёта того, что необходимо и самому видеоконтроллеру писать и читать данные из этой памяти. Для разрешения 1600x1200x32 бит при той же частоте кадров 75 Гц номинально потребная пропускная составляет уже 550 МБ/с. Для сравнения, процессор Pentium II имел пиковую скорость работы с памятью 528 МБ/с. Проблему можно было решать двояко — либо использовать специальные типы памяти, которые позволяют одновременно двум устройствам читать из неё, либо ставить очень быструю память. О типах памяти и пойдёт речь ниже.

FPM DRAM (Fast Page Mode Dynamic RAM — динамическое ОЗУ с быстрым страничным доступом) — основной тип видеопамяти, идентичный используемой в системных платах. Использует асинхронный доступ, при котором управляющие сигналы не привязаны жёстко к тактовой частоте системы. Активно применялся примерно до 1996 г.

VRAM (Video RAM — видео ОЗУ) — так называемая двухпортовая DRAM. Этот тип памяти обеспечивает доступ к данным со стороны сразу двух устройств, то есть имеется возможность одновременно писать данные в какую-либо ячейку памяти, и одновременно с этим читать данные из какой-нибудь соседней ячейки. За счёт этого позволяет совмещать во времени вывод изображения на экран и его обработку в видеопамяти, что сокращает задержки при доступе и увеличивает скорость работы. То есть RAMDAC может свободно выводить на экран монитора раз за разом экранный буфер, ничуть не мешая видеопроцессору осуществлять какие-либо манипуляции с данными. Но это всё та же DRAM, и скорость у неё не слишком высокая.

WRAM (Window RAM) — вариант VRAM, с увеличенной на ~25 % пропускной способностью и поддержкой некоторых часто применяемых функций, таких, как отрисовка шрифтов, перемещение блоков изображения и т. п. Применяется практически только на акселераторах фирмы Matrox и Number Nine, поскольку требует специальных методов доступа и обработки данных. Наличие всего одного производителя данного типа памяти (Samsung) сильно сократило возможности её использования. Видеоадаптеры, построенные с использованием данного типа памяти, не имеют тенденции к падению производительности при установке больших разрешений и частот обновления экрана, на однопортовой же памяти в таких случаях RAMDAC всё большее время занимает шину доступа к видеопамяти, и производительность видеоадаптера может сильно упасть.

EDO DRAM (Extended Data Out DRAM — динамическое ОЗУ с расширенным временем удержания данных на выходе) — тип памяти с элементами конвейеризации, позволяющий несколько ускорить обмен блоками данных с видеопамятью приблизительно на 25 %.

SDRAM (Synchronous Dynamic RAM — синхронное динамическое ОЗУ) пришёл на замену EDO DRAM и других асинхронных однопортовых типов памяти. После того, как произведено первое чтение из памяти или первая запись в память, последующие операции чтения или записи происходят с нулевыми задержками. Этим достигается максимально возможная скорость чтения и записи данных.

DDR SDRAM (Double Data Rate) — вариант SDRAM с передачей данных по двум срезам сигнала, получаемым в результате удвоения скорости работы. Дальнейшее развитие пока происходит в виде очередного уплотнения числа пакетов в одном такте шины — DDR2 SDRAM (GDDR2), DDR3 SDRAM и т. д.

SGRAM (Synchronous Graphics RAM — синхронное графическое ОЗУ) вариант DRAM с синхронным доступом. В принципе, работа SGRAM полностью аналогична SDRAM, но дополнительно поддерживаются ещё некоторые специфические функции, типа блоковой и масочной записи. В отличие от VRAM и WRAM, SGRAM является однопортовой, однако может открывать две страницы памяти как одну, эмулируя двухпортовость других типов видеопамяти.

MDRAM (Multibank DRAM — многобанковое ОЗУ) — вариант DRAM, разработанный фирмой MoSys, организованный в виде множества независимых банков объёмом по 32 КиБ каждый, работающих в конвейерном режиме.

RDRAM (RAMBus DRAM) — память, использующая специальный канал передачи данных (Rambus Channel), представляющий собой шину данных шириной в один байт. По этому каналу удаётся передавать информацию очень большими потоками, наивысшая скорость передачи данных для одного канала на сегодняшний момент составляет 1600 МБ/с (частота 800 МГц, данные передаются по обоим срезам импульса). На один такой канал можно подключить несколько чипов памяти. Контроллер этой памяти работает с одним каналом Rambus, на одной микросхеме логики можно разместить четыре таких контроллера, значит, теоретически можно поддерживать до 4 таких каналов, обеспечивая максимальную пропускную способность в 6,4 ГБ/с. Минус этой памяти — нужно читать информацию большими блоками, иначе её производительность резко падает.

Объём памяти большего количества современных видеокарт варьируется от 256 МБ (например, AMD Radeon HD 4350) до 24 ГБ (например, NVIDIA GeForce GTX TITAN RTX). Поскольку доступ к видеопамяти GPU и другими электронным компонентами должен обеспечивать желаемую высокую производительность всей графической подсистемы в целом, используются специализированные высокоскоростные типы памяти, такие, как SGRAM, двухпортовые (англ. dual-port) VRAM, WRAM, другие. Приблизительно с 2003 года видеопамять, как правило, базировалась на основе DDR технологии памяти SDRAM, с удвоенной эффективной частотой (передача данных синхронизируется не только по нарастающему фронту тактового сигнала, но и ниспадающему). И в дальнейшем DDR2, GDDR3, GDDR4, GDDR5 и на момент 2016 года GDDR5X. С выходом серии высокопроизводительных видеокарт AMD Fury совместно с уже устоявшейся на рынке памятью GDDR начала использоваться память нового типа HBM, предлагая значительно большую пропускную способность и упрощение самой платы видеокарты, за счёт отсутствия необходимости разводки и распайки чипов памяти. Пиковая скорость передачи данных (пропускная способность) памяти современных видеокарт достигает 480 ГБ/с для типа памяти GDDR5X (например, у NVIDIA TITAN X Pascal) и 672 ГБ/с для типа памяти GDDR6 (например, у TITAN RTX).

Видеопамять используется для временного сохранения, помимо непосредственно данных изображения, и другие: текстуры, шейдеры, вершинные буферы, Z-буфер (удалённость элементов изображения в 3D-графике), и тому подобные данные графической подсистемы (за исключением, по большей части данных Video BIOS, внутренней памяти графического процессора и т. п.) и коды.

**Характеристики видеокарт**

- ширина шины памяти, измеряется в битах — количество бит информации, передаваемой за такт. Важный параметр в производительности карты.

- объём видеопамяти, измеряется в мегабайтах — объём собственной оперативной памяти видеокарты. Больший объём далеко не всегда означает большую производительность.

- видеокарты, интегрированные в набор системной логики материнской платы или являющиеся частью ЦПУ, обычно не имеют собственной видеопамяти и используют для своих нужд часть оперативной памяти компьютера (UMA — Unified Memory Access).

- частоты ядра и памяти — измеряются в мегагерцах, чем больше, тем быстрее видеокарта будет обрабатывать информацию.

- текстурная и пиксельная скорость заполнения, измеряется в млн. пикселей в секунду, показывает количество выводимой информации в единицу времени.

- к важным техническим особенностям, характеризующим видеокарту, можно отнести встроенную систему охлаждения, если она реализована и коннекторы интерфейсов передачи данных.

**3D-ускорители**

Сам термин 3D-ускоритель формально означает дополнительную плату расширения, выполняющую вспомогательные функции ускорения формирования трёхмерной графики. Отображение результата в виде 2D изображения и передача её на монитор не является задачей 3D-ускорителя. В современном понимании 3D-ускорители в виде отдельного устройства практически не встречаются. Почти любая (кроме узкоспециализированных) современная видеокарта, в том числе и современные интегрированные графические адаптеры в составе процессоров и системной логики, выполняют аппаратное ускорение отображения двухмерной и трёхмерной графики.

Аппаратное ускорение формирования графических изображений изначально входило в характеристики многих персональных компьютеров, однако первая модель IBM PC штатно располагала только текстовыми режимами и не имела возможности отображать графику. Однако первые видеокарты для IBM PC-совместимых компьютеров с поддержкой аппаратного ускорения 2D- и 3D-графики появились достаточно рано. Так IBM ещё в 1984 начала производство и продажу видеокарт стандарта PGC. PGC была создана для профессионально применения, выполняла аппаратное ускорение построения 2D- и 3D-примитивов и являлась решением в первую очередь для CAD-приложений. Правда IBM PGC имела крайне высокую стоимость. Цена этой видеокарты была гораздо выше самого компьютера. Поэтому существенного распространения такие решения не получили. Справедливости ради стоит сказать что на рынке профессиональных решений были видеокарты и 3D-ускорители других производителей.

Настоящим прорывом на рынке 3D-ускорителей и видеокарт с аппаратным ускорением 3D-графики стал 1996 год. Именно этот год стал годом массового внедрения и популяризации аппаратной 3D-графики на IBM PC-совместимых компьютерах. В этому году появляются новые графические решения от 3DLabs, Matrox, ATI Technologies, S3, Rendition, Chromatic Research, Number Nine Visual Technology, Trident, PowerVR. И хотя на основе этих графических процессоров в этом году выходит множество как 3D-ускорителей, так и полноценных видеокарт с функций ускорения 3D-графики, главным событием становится выпуск 3D-ускорителей на основе набора чипов 3Dfx Voodoo Graphics. Компания 3dfx Interactive до этого производившая специализированные 3D-ускорители для аркадных автоматов представила набор чипов для рынка IBM PC-совместимых компьютеров. Скорость и качество рендеринга трёхмерных сцен выполненных картами Voodoo Graphics были на уровне современных игровых автоматов, и большинство производителей видеокарт начали выпуск 3D-ускорителей на основе набора Voodoo Graphics, а вскоре и большинство производителей компьютерных игр поддержали Voodoo Graphics и выпустили новые игры для IBM PC-совместимых компьютеров с совершенно новым уровнем 3D-графики. Произошёл взрыв интереса к 3D-играм и соответственно к 3D-ускорителям.

**Игровые видеоускорители**

Игровые видеоускорители — видеокарты, ориентированные на ускорение 3D-графики в играх.

C 1998 года развивается (компания 3dfx, карта Voodoo2) технология SLI (англ. Scan Line Interleave — чередование строчек), позволяющая использовать мощности нескольких соединённых между собой видеокарт для обработки трёхмерного изображения. См. NVIDIA SLI и ATI CrossFire

**Профессиональные видеоускорители**

Профессиональные графические карты — видеокарты, ориентированные на работу в графических станциях и использования в математических и графических пакетах 2D- и 3D-моделирования, на которые ложится значительная нагрузка при расчёте и прорисовке моделей проектируемых объектов.

Ядра профессиональных видеоускорителей основных производителей, AMD и NVIDIA, «изнутри» мало отличаются от их игровых аналогов. Они давно унифицировали свои GPU и используют их в разных областях. Именно такой ход и позволил этим фирмам вытеснить с рынка компании, занимавшиеся разработкой и продвижением специализированных графических чипов для профессиональных применений.

Особое внимание уделяется подсистеме видеопамяти, поскольку это — особо важная составляющая профессиональных ускорителей, на долю которой выпадает основная нагрузка при работе с моделями гигантского объёма; В частности, кроме заметно больших объёмов памяти у соотносимых по производительности карт, у видеокарт профессионального сегмента может использоваться ECC-память.

Отдельно стоит продукция фирмы Matrox, чьи узкоспециализированные ускорители по состоянию на 2017 год применялись для работ по кодированию видео, обработке TV-сигнала и работ со сложной 2D-графикой.

**Типы графических карт**

1. Дискретные видеокарты

Наиболее высокопроизводительный класс графических адаптеров. Как правило, подключается к высокоскоростной шине данных PCI Express. Ранее встречались видеокарты подключаемые к шинам AGP (специализированная шина обмена данных для подключения только видеокарт), PCI, VESA и ISA. На данный момент современные видеокарты подключаются только через шину PCI Express, а все прочие типы подключений являются устаревшими. В компьютерах с архитектурой отличной от IBM-совместимой встречались и другие типы подключения видеокарт.

Дискретная карта необязательно может быть извлечена из устройства (например, на ноутбуках дискретная карта часто распаяна на материнской плате). Она называется дискретной из-за того что выполнена в виде отдельного чипа (или набора микросхем) и не является частью других компонентов компьютера (в отличие от графических решений, встраиваемых в чипы системной логики материнских плат или непосредственно в центральный процессор). Большинство дискретных видеокарт обладает своей собственной оперативной памятью (VRAM), которая часто может обладать более высокой скоростью доступа или более скоростной шиной доступа, чем обычная оперативная память компьютера. Хотя, ранее встречались видеокарты которые полностью или частично использовали основную оперативную память для хранения и обработки графической информации, в настоящее время почти все современные видеокарты используют собственную видеопамять. Также иногда (но достаточно редко) встречаются видеокарты оперативная память которых не установлена в виде отдельных микросхем памяти, а входит в состав графического чипа (в виде отдельных кристаллов, или же на одном кристалле с графическим процессором).

Выполненные в виде отдельного набора системной логики, а не в составе других микросхем, дискретные видеокарты могут быть достаточно сложными и гораздо более высокопроизводительными чем встроенная графика. Кроме того, обладая собственной видеопамятью у дискретных видеокарт нет необходимости делить оперативную память с другими компонентами компьютера (в первую очередь с центральным процессором). Собственная оперативная позволяет не тратить основное ОЗУ для хранения информации, которая не нужна центральному процессору и другим компонентам компьютера. С другой стороны, видеопроцессору не приходится ожидать очереди на доступ к оперативной памяти компьютера к которой может в данный момент обращаться как центральный процессор, так и другие компоненты. Все это положительно сказывается на производительности дискретных видеокарт по сравнению со встроенной графикой.

Такие технологии как SLI от Nvidia и CrossFire от AMD позволяют задействовать несколько графических адаптеров параллельно для решения одной задачи.

**2. Встроенная графика**

Интегрированные графические адаптеры не имеют собственной памяти и используют оперативную память компьютера, что сказывается на производительности в худшую сторону. Хотя графические процессоры Intel Iris Graphics, начиная с поколения процессоров Haswell имеют в своём распоряжении 128 мегабайт кэша четвёртого уровня, остальную память они могут брать из оперативной памяти компьютера.[7]. Современные встроенные графические решения находят применение в портативных устройствах, ввиду низкого энергопотребления. Их производительность уже на достаточно высоком уровне и позволяет играть в несложные трёхмерные игры.

Современные встроенные графические процессоры расположены на одном чипе с центральным процессором (например, Intel HD Graphics или Intel Iris Graphics), предыдущие поколения (например, Intel GMA) располагались в виде отдельного чипа.

**3. Гибридные решения**

Гибридные решения находят применение там где требуется и энергоэффективность, и высокая графическая производительность, позволяя использовать встроенный графический адаптер в повседневных задачах, и задействовать дискретный графический адаптер только там, где он нужен.

До появления гибридной графики производители встраивали в дополнение к встроенному дискретный адаптер, для переключения между ними требовалась перезагрузка, что было не очень удобным для пользователя. Гибридные адаптеры для вывода на экран используют только встроенный графический адаптер, но некоторые вычисления способны передавать дискретной графической карте, а не выполнять самим. Для пользователя переключение между видеоадаптерами становится незаметным. Примерами таких решений являются технология Optimus от Nvidia и DualGraphics от AMD.

**4. GPGPU**

GPGPU (англ. General-purpose computing for graphics processing units, неспециализированные вычисления на графических процессорах) — использование графического процессора видеокарты для параллельных вычислений. Современные графические адаптеры могут иметь до нескольких тысяч процессоров, что позволяет решать некоторые задачи на графических картах на порядок быстрее, чем на центральных процессорах. Приложения, использующие данную технологию пишутся с помощью таких технологий как OpenCL или CUDA.

**5. Внешняя видеокарта (eGPU)**

Под термином eGPU понимают дискретную графическую карту, расположенную вне компьютера. Может использоваться, например, для увеличения производительности в 3D приложениях на ноутбуках.

В 2016 AMD предприняла попытку стандартизировать внешние видеоадаптеры.

**Программное обеспечение**

На программном уровне видеопроцессор для своей организации вычислений (расчётов трёхмерной графики) использует тот или иной интерфейс прикладного программирования (API).

Самые первые массовые ускорители использовали Glide — API для трёхмерной графики, разработанный 3dfx Interactive для видеокарт на основе собственных графических процессоров Voodoo Graphics.

Затем поколения ускорителей в видеокартах можно считать по версии DirectX, которую они поддерживают. Различают следующие поколения:

DirectX 7 — карта не поддерживает шейдеры, все картинки рисуются наложением текстур;

DirectX 8 — поддержка пиксельных шейдеров версий 1.0, 1.1 и 1.2, в DX 8.1 ещё и версию 1.4, поддержка вершинных шейдеров версии 1.0;

DirectX 9 — поддержка пиксельных шейдеров версий 2.0, 2.0a и 2.0b, 3.0;

DirectX 10 — поддержка унифицированных шейдеров версии 4.0;

DirectX 10.1 — поддержка унифицированных шейдеров версии 4.1;

DirectX 11 — поддержка унифицированных шейдеров версии 5.0;

DirectX 12 — поддержка унифицированных шейдеров версии 6.0;

С выходом DirectX 11 и появлением модели поддержки API Feature Level (FLxx), видеокарты в большинстве своём перестали быть привязаны к конкретной версии DirectX.

**Основные производители**

AMD, nVidia, Intel

**СЕТЕВАЯ** **КАРТА**

Еще одна карта, которую можно обнаружить внутри системного блока любого компьютера, называется сетевой. Она также известна как network interface card, сетевой адаптер или Ethernet-адаптер. Именно благодаря этому устройству вы имеете возможность читать эту статью, ведь главная функция сетевой карты заключается в обеспечении взаимодействия между компьютерами, объединенными какой-либо сетью. Сетевой адаптер может быть встроен в материнскую плату или подключен к ее слоту. Кроме того, выделяют внешние сетевые платы, которые используются в основном в ноутбуках. Стоит отметить, что современные Ethernet-адаптеры способны достигать скорости передачи данных до 1 гигабайта в секунду.

Сетевая плата (в англоязычной среде NIC — англ. network interface controller/card), также известная как сетевая карта, сетевой адаптер (в терминологии компании Intel), Ethernet-адаптер — по названию технологии — дополнительное устройство, позволяющее компьютеру взаимодействовать с другими устройствами сети. В настоящее время в персональных компьютерах и ноутбуках контроллер и компоненты, выполняющие функции сетевой платы, довольно часто интегрированы в материнские платы для удобства, в том числе унификации драйвера и удешевления всего компьютера в целом.

**Типы**

По конструктивной реализации сетевые платы делятся на:

* внутренние — отдельные платы, вставляющиеся в ISA, PCI или PCI-E слот;
* внешние, подключающиеся через LPT, USB или PCMCIA интерфейс, преимущественно использующиеся в ноутбуках;
* встроенные в материнскую плату.

На 10-мегабитных сетевых платах для подключения к локальной сети используются 4 типа разъёмов:

* 8P8C для витой пары;
* BNC-коннектор для тонкого коаксиального кабеля;
* 15-контактный разъём AUI трансивера для толстого коаксиального кабеля.
* оптический разъём (en:10BASE-FL и другие стандарты 10 Мбит Ethernet)

Эти разъёмы могут присутствовать в разных комбинациях, но в любой данный момент работает только один из них.

На 100-мегабитных платах устанавливают либо разъём для витой пары (8P8C, ошибочно называемый RJ-45), либо оптический разъем (SC, ST, MIC).

Рядом с разъёмом для витой пары устанавливают один или несколько информационных светодиодов, сообщающих о наличии подключения и передаче информации.

Одной из первых массовых сетевых карт стала серия NE1000/NE2000 фирмы Novell с разъемом BNC.

**Параметры сетевого адаптера**

При конфигурировании карты сетевого адаптера могут быть доступны следующие параметры:

* номер линии запроса на аппаратное прерывание IRQ
* номер канала прямого доступа к памяти DMA (если поддерживается)
* базовый адрес ввода-вывода
* базовый адрес памяти ОЗУ (если используется)
* поддержка стандартов автосогласования дуплекса/полудуплекса, скорости
* поддержка тегированных пакетов VLAN (802.1q) с возможностью фильтрации пакетов заданного VLAN ID
* параметры WOL (Wake-on-LAN)
* функция Auto-MDI/MDI-X автоматический выбор режима работы по прямой либо перекрестной обжимке витой пары

**MTU канального уровня**

В зависимости от мощности и сложности сетевой карты она может реализовывать вычислительные функции (преимущественно подсчёт и генерацию контрольных сумм кадров) аппаратно либо программно (драйвером сетевой карты с использованием центрального процессора).

Серверные сетевые карты могут поставляться с двумя (и более) сетевыми разъёмами. Некоторые сетевые карты (встроенные в материнскую плату) также обеспечивают функции межсетевого экрана (например, nForce).

**Функции и характеристики сетевых адаптеров**

Сетевой адаптер (Network Interface Card (или Controller), NIC) вместе со своим драйвером реализует второй, канальный уровень модели открытых систем (OSI) в конечном узле сети — компьютере. Более точно, в сетевой операционной системе пара адаптер и драйвер выполняет только функции физического и MAC-уровней, в то время как LLC-уровень обычно реализуется модулем операционной системы, единым для всех драйверов и сетевых адаптеров. Собственно так оно и должно быть в соответствии с моделью стека протоколов IEEE 802. Например, в ОС Windows NT уровень LLC реализуется в модуле NDIS, общем для всех драйверов сетевых адаптеров, независимо от того, какую технологию поддерживает драйвер.

Сетевой адаптер совместно с драйвером выполняют две операции: передачу и приём кадра. Передача кадра из компьютера в кабель состоит из перечисленных ниже этапов (некоторые могут отсутствовать, в зависимости от принятых методов кодирования):

Приём кадра данных LLC через межуровневый интерфейс вместе с адресной информацией MAC-уровня. Обычно взаимодействие между протоколами внутри компьютера происходит через буферы, расположенные в оперативной памяти. Данные для передачи в сеть помещаются в эти буферы протоколами верхних уровней, которые извлекают их из дисковой памяти либо из файлового кэша с помощью подсистемы ввода-вывода операционной системы.

Оформление кадра данных MAC-уровня, в который инкапсулируется кадр LLC (с отброшенными флагами 01111110). Заполнение адресов назначения и источника, вычисление контрольной суммы.

Формирование символов кодов при использовании избыточных кодов типа 4В/5В. Скремблирование кодов для получения более равномерного спектра сигналов. Этот этап используется не во всех протоколах — например, технология Ethernet 10 Мбит/с обходится без него.

Выдача сигналов в кабель в соответствии с принятым линейным кодом — манчестерским, NRZI, MLT-3 и т. п.

Приём кадра из кабеля в компьютер включает следующие действия:

- Приём из кабеля сигналов, кодирующих битовый поток.

- Выделение сигналов на фоне шума. Эту операцию могут выполнять различные специализированные микросхемы или сигнальные процессоры DSP. В результате в приёмнике адаптера образуется некоторая битовая последовательность, с большой степенью вероятности совпадающая с той, которая была послана передатчиком.

- Если данные перед отправкой в кабель подвергались скремблированию, то они пропускаются через дескремблер, после чего в адаптере восстанавливаются символы кода, посланные передатчиком.

- Проверка контрольной суммы кадра. Если она неверна, то кадр отбрасывается, а через межуровневый интерфейс наверх, протоколу LLC передается соответствующий код ошибки. Если контрольная сумма верна, то из MAC-кадра извлекается кадр LLC и передается через межуровневый интерфейс наверх, протоколу LLC. Кадр LLC помещается в буфер оперативной памяти.

- Распределение обязанностей между сетевым адаптером и его драйвером стандартами не определяется, поэтому каждый производитель решает этот вопрос самостоятельно. Обычно сетевые адаптеры делятся на адаптеры для клиентских компьютеров и адаптеры для серверов.

- В адаптерах для клиентских компьютеров значительная часть работы перекладывается на драйвер, тем самым адаптер оказывается проще и дешевле. Недостатком такого подхода является высокая степень загрузки центрального процессора компьютера рутинными работами по передаче кадров из оперативной памяти компьютера в сеть. Центральный процессор вынужден заниматься этой работой вместо выполнения прикладных задач пользователя.

Поэтому адаптеры, предназначенные для серверов, обычно снабжаются собственными процессорами, которые самостоятельно выполняют большую часть работы по передаче кадров из оперативной памяти в сеть и в обратном направлении. Примером такого адаптера может служить сетевой адаптер SMC EtherPower со встроенным процессором Intel i960.

В зависимости от того, какой протокол реализует адаптер, адаптеры делятся на Ethernet-адаптеры, Token Ring-адаптеры, FDDI-адаптеры и т. д. Так как протокол Fast Ethernet позволяет за счет процедуры автопереговоров автоматически выбрать скорость работы сетевого адаптера в зависимости от возможностей концентратора, то многие адаптеры Ethernet сегодня поддерживают две скорости работы и имеют в своем названии приставку 10/100. Это свойство некоторые производители называют авточувствительностью.

Сетевой адаптер перед установкой в компьютер необходимо конфигурировать. При конфигурировании адаптера обычно задаются номер прерывания IRQ, используемого адаптером, номер канала прямого доступа к памяти DMA (если адаптер поддерживает режим DMA) и базовый адрес портов ввода-вывода.

Если сетевой адаптер, аппаратура компьютера и операционная система поддерживают стандарт Plug-and-Play, то конфигурирование адаптера и его драйвера осуществляется автоматически. В противном случае нужно сначала сконфигурировать сетевой адаптер, а затем повторить параметры его конфигурации для драйвера. В общем случае, детали процедуры конфигурирования сетевого адаптера и его драйвера во многом зависят от производителя адаптера, а также от возможностей шины, для которой разработан адаптер.

Если сетевой адаптер работает некорректно, может происходить флаппинг его порта.

**Классификация сетевых адаптеров**

В качестве примера классификации адаптеров используем подход фирмы 3Com. Фирма 3Com считает, что сетевые адаптеры Ethernet прошли в своем развитии 5 поколений.

Первое поколение

Адаптеры первого поколения были выполнены на дискретных логических микросхемах, в результате чего обладали низкой надежностью. Они имели буферную память только на один кадр, что приводило к низкой производительности адаптера, так как все кадры передавались из компьютера в сеть или из сети в компьютер последовательно. Кроме этого, задание конфигурации адаптера первого поколения происходило вручную, с помощью перемычек. Для каждого типа адаптеров использовался свой драйвер, причем интерфейс между драйвером и сетевой операционной системой не был стандартизирован.

Второе поколение

В сетевых адаптерах второго поколения для повышения производительности стали применять метод многокадровой буферизации. При этом следующий кадр загружается из памяти компьютера в буфер адаптера одновременно с передачей предыдущего кадра в сеть. В режиме приёма, после того как адаптер полностью принял один кадр, он может начать передавать этот кадр из буфера в память компьютера одновременно с приёмом другого кадра из сети.

В сетевых адаптерах второго поколения широко используются микросхемы с высокой степенью интеграции, что повышает надежность адаптеров. Кроме того, драйверы этих адаптеров основаны на стандартных спецификациях. Адаптеры второго поколения обычно поставляются с драйверами, работающими как в стандарте NDIS (спецификация интерфейса сетевого драйвера), разработанном фирмами 3Com и Microsoft и одобренном IBM, так и в стандарте ODI (интерфейс открытого драйвера), разработанном фирмой Novell.

Третье поколение

Микроконтроллер (интегрированной сетевой карты) Intel 82559

В сетевых адаптерах третьего поколения (к ним фирма 3Com относит свои адаптеры семейства EtherLink III) осуществляется конвейерная схема обработки кадров. Она заключается в том, что процессы приёма кадра из оперативной памяти компьютера и передачи его в сеть совмещаются во времени. Таким образом, после приёма нескольких первых байт кадра начинается их передача. Это существенно (на 25—55 %) повышает производительность цепочки «оперативная память — адаптер — физический канал — адаптер — оперативная память». Такая схема очень чувствительна к порогу начала передачи, то есть к количеству байт кадра, которое загружается в буфер адаптера перед началом передачи в сеть. Сетевой адаптер третьего поколения осуществляет самонастройку этого параметра путём анализа рабочей среды, а также методом расчета, без участия администратора сети. Самонастройка обеспечивает максимально возможную производительность для конкретного сочетания производительности внутренней шины компьютера, его системы прерываний и системы прямого доступа к памяти.

Адаптеры третьего поколения базируются на специализированных интегральных схемах (ASIC), что повышает производительность и надежность адаптера при одновременном снижении его стоимости. Компания 3Com назвала свою технологию конвейерной обработки кадров Parallel Tasking, другие компании также реализовали похожие схемы в своих адаптерах. Повышение производительности канала «адаптер-память» очень важно для повышения производительности сети в целом, так как производительность сложного маршрута обработки кадров, включающего, например, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, глобальные каналы связи и т. п., всегда определяется производительностью самого медленного элемента этого маршрута. Следовательно, если сетевой адаптер сервера или клиентского компьютера работает медленно, никакие быстрые коммутаторы не смогут повысить скорость работы сети.

Четвёртое поколение

Сетевые адаптеры Fast Ethernet можно отнести к четвертому поколению. В эти адаптеры обязательно входит ASIC, выполняющая функции MAC-уровня (англ. MAC-PHY), скорость развита до 1 Гбит/сек, а также есть большое количество высокоуровневых функций. В набор таких функций может входить поддержка агента удаленного мониторинга RMON, схема приоритизации кадров, функции дистанционного управления компьютером и т. п. В серверных вариантах адаптеров почти обязательно наличие мощного процессора, разгружающего центральный процессор. Примером сетевого адаптера четвертого поколения может служить адаптер компании 3Com Fast EtherLink XL 10/100.

Пятое поколение

Выпускаемые с 2006 года сетевые карты Gigabit Ethernet. Так же выпускаются домашние коммутаторы и маршрутизаторы для гигабитной связи. Поддерживают протоколы IPv6, цифровое телевидение и многое другое.

Шестое поколение

Терабитный Ethernet находится в стадии разработки для домашнего пользователя, но реально применяется интернет-провайдерами для осуществления связи.