

ШИНЫ РАСШИРЕНИЯ

Шина AGP

AGP (от англ. Accelerated Graphics Port, ускоренный графический порт) — специализированная 32-битная шина расширения, предназначенная для подключения только видеоадаптера.

Отличительные особенности шины AGP от PCI:

- работа на тактовой частоте 66 МГц;
- устранена мультиплексированность линий адреса и данных (в PCI для удешевления конструкции адрес и данные передавались по одним и тем же линиям);
- шина способна передавать два (AGP 2x), четыре (AGP 4x) или восемь (AGP 8x) блоков данных за один цикл;
- введены режимы работы с памятью DMA и DME;
- разделены запросы на операцию и передачу данных;
- введена конвейеризация операций чтения/записи, что позволяет устранить влияние задержек в модулях памяти на скорость выполнения операции.

Пропускная способность шины:

- 1x – 266 Мб/с;
- 2x – 532 Мб/с;
- 4x – 1064 Мб/с;
- 8x – 2132 Мб/с.

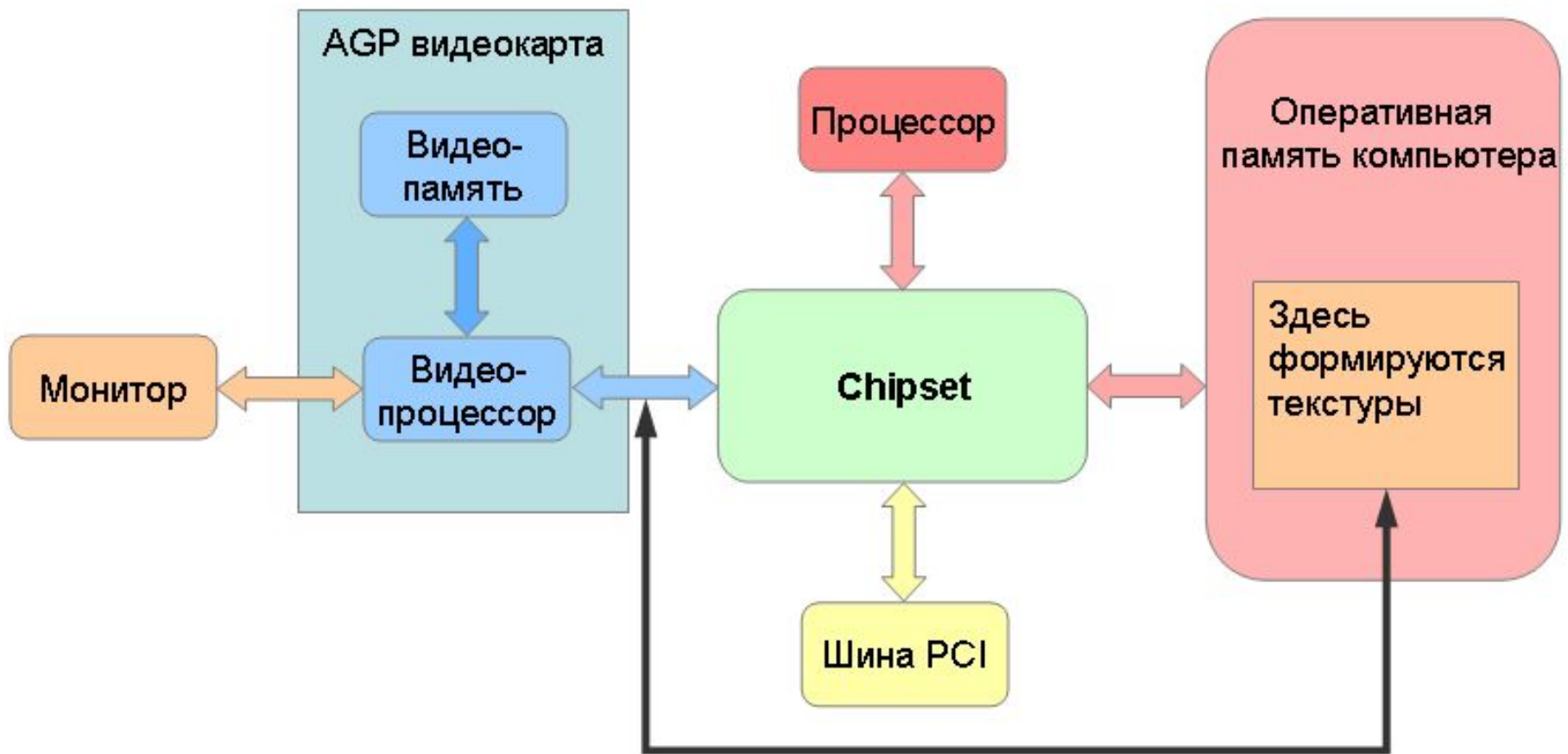


AGP 1.0



AGP 2.0

Структурная схема взаимодействия AGP карты и компьютера



AGP

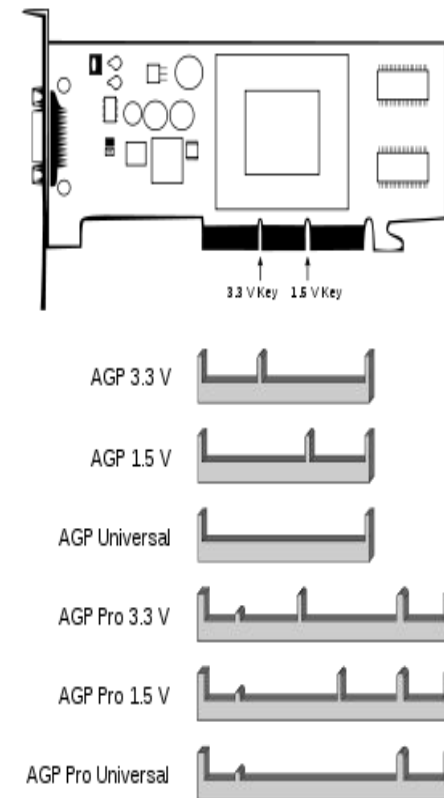
- **AGP** (от англ. Accelerated Graphics Port, ускоренный графический порт) — разработанная в 1997 году компанией Intel, специализированная 32-битная системная шина для видеокарты. Появилась одновременно с чипсетами для процессора Intel Pentium II.
- Основной задачей разработчиков было увеличение производительности и уменьшение стоимости видеокарты, за счёт уменьшения количества

Техническая характеристика шины

- AGP основан на шине [PCI](#)AGP основан на шине PCI, но разработан специально для обеспечения высокоскоростной передачи больших блоков данных 3D текстур между видеоконтроллером (видеокартой) и памятью компьютера. Во-первых, 3D графика требуется как можно больше памяти информации текстурных карт (texture maps) и z-буфера (z-buffer). Чем больше текстурных карт доступно для 3D приложений, тем лучше выглядит конечный результат. При нормальных обстоятельствах z-буфер, который содержит информацию относящуюся к представлению глубины изображения, использует ту же память как и текстуры. Этот конфликт предоставляет разработчикам 3D множество вариантов для выбора оптимального решения, которое они привязывают к большой значимости памяти для текстур и z-буфера, и результаты напрямую влияют на качество выводимого изображения. Разработчики PC имели ранее возможность использовать системную память для хранения информации о текстурах и z-буфера, но ограничение в таком подходе, была передача такой информации через шину [PCI](#)AGP основан на шине PCI, но разработан специально для обеспечения высокоскоростной передачи больших блоков данных 3D текстур между видеоконтроллером (видеокартой) и памятью компьютера. Во-первых, 3D графика требуется как можно больше памяти информации текстурных карт (texture maps) и z-буфера (z-buffer). Чем больше текстурных карт доступно для 3D приложений,

- Если определить кратко, что такое AGP, то это - прямым соединением между графической подсистемой и системной памятью. AGP позволяет более эффективно использовать память страничного буфера (frame buffer), тем самым увеличивая производительность 2D графики также, как увеличивая скорость прохождения потока данных 3D графики через систему. Определение AGP, как вид прямого соединения между графической подсистемой и системной памятью, называется соединением point-to-point.

- AGP соединяет графическую подсистему с блоком управления системной памятью, разделяя этот доступ к памяти с центральным [процессором](#) AGP соединяет графическую подсистему с блоком управления системной памятью, разделяя этот доступ к памяти с центральным процессором компьютера (CPU). Вместо того чтобы использовать [PCI](#) шину для видео данных, AGP использует прямой канал, для того чтобы видеокарта (графический контроллер) имела прямой доступ к оперативной памяти. Шина позволяет использовать конвейеризацию обращений, т. е. посылать данные в виде непрерывных пакетов.
- Увеличение скорости обеспечивается следующими тремя факторами:
 - Конвейеризацией операций обращения к памяти.
 - Сдвоенными передачами данных.
 - Демультимплексированием шин адреса и данных.
- Через AGP можно подключить только один тип устройств - это графическая плата. Графические системы, встроенные в материнскую плату и использующие AGP не могут быть улучшены.
- *Отличия от шины PCI:*
 - работа на тактовой частоте 66 МГц;
 - увеличенная пропускная способность (до 266 Мб/с, тогда как PCI шина имеет скорость передачи данных только 133 Мб/с);
 - режим работы с памятью DMA и DME;
 - разделение запросов на операцию и передачу данных;
 - возможность использования видеокарт с большим энергопотреблением, нежели [PCI](#)



Очередь запросов

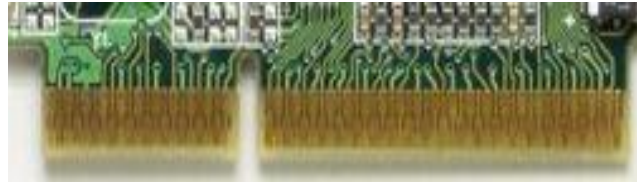
- Передача данных из основной памяти в видеопамять карты осуществляется в два этапа, сначала передаётся 64-битный адрес, откуда данные нужно считать, затем идут сами данные. Шина AGP предусматривает два варианта передачи, первый — совместим с шиной [PCI](#) — запросы данных и адреса происходят по одному каналу; второй — в режиме SBA (Sideband Addressing), по отдельной боковой шине, таким образом, можно посылать запросы на новые данные, не дожидаясь получения предыдущих.

- В шине AGP посылаются несколько адресов и несколько данных одно за другим, благодаря чему имеется возможность постановки в очередь до 256 запросов и поддерживания двух очередей для операций чтения/записи с высоким и низким приоритетом. Сдвоенная передача, т. е. передача за один такт двух данных вместо одного, позволяет: иметь пропускную способность при частоте 66 МГц до 528 Мб/с, работать на частоте, до 100 МГц и выше с более высокой пропускной способностью.

Стандарты шины AGP

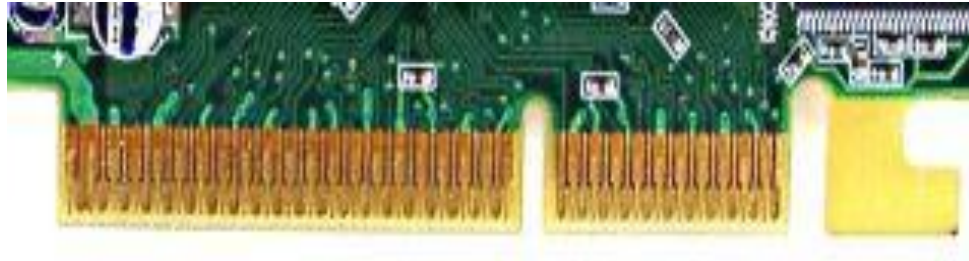
- Для шины AGP существует несколько стандартов:
- 1X,
- 2X,
- 4X,
- Pro,
- 8X.
- Большинство карт работает со стандартом 4X и 8X.

Шина AGP 1.0



- Компьютеры, оснащенные AGP, и графические акселераторы впервые поступили в продажу в августе 1997 года.
- За основу интерфейса AGP 1.0 была взята шина [PCI](#) За основу интерфейса AGP 1.0 была взята шина PCI 2.1, а точнее, ее вариант [PCI 32/66](#) - 32x разрядная шина с частотой работы 66 МГц.
- Шина AGP 1.0 имеет два основных режима работы: Execute и DMA.
- DMA (Direct Memory Access) — доступ к памяти, в этом режиме основной памятью считается встроенная видеопамять на карте, текстуры копируются туда перед использованием из системной памяти компьютера. Этот режим работы не был новым, по тому же принципу работают звуковые карты, некоторые контроллеры и т. п.
- В режиме DMA основной памятью является память карты. Текстуры хранятся в системной памяти, но перед использованием (тот самый execute) копируются в локальную память карты. Таким образом, AGP действует в качестве "тыловой структуры", обеспечивающей своевременную доставку текстур в локальную память. Обмен ведется большими последовательными пакетами.
- В режиме Execute локальная и системная память для видеокарты логически равноправны. Текстуры не копируются в локальную память, а выбираются непосредственно из системной. Таким образом, приходится выбирать из памяти относительно малые случайно расположенные куски. Поскольку системная память выделяется динамически, блоками по 4К, в этом режиме для обеспечения приемлемого быстродействия предусмотрен механизм, отображающий последовательные адреса на реальные адреса 4-х килобайтных блоков в системной памяти. Эта задача выполняется с использованием специальной таблицы (Graphic Address Re-mapping Table или GART – графическая таблица переадресации адресов), расположенной в памяти.
- При этом адреса, не попадающие в диапазон GART (GART range), не изменяются и непосредственно отображаются на системную память или область памяти устройства (device specific range).
- Шина AGP полностью поддерживает операции шины [PCI](#) Шина AGP полностью поддерживает операции шины PCI, поэтому AGP-трафик может представлять из себя смесь чередующихся AGP и [PCI](#) операций чтения/записи. Операции шины AGP являются отдельными (split). Это означает, что запрос на проведение операции отделен от собственно пересылки данных.

Шина AGP 2.0



- В декабре 1997 года фирма Intel выпустила предварительную версию стандарта AGP 2.0, а в мае 1998 года окончательный вариант(этот режим получил название "4x").
- Основные отличия от предыдущей версии:
- Скорость передачи может быть увеличена еще в два раза по сравнению с 1.0 - и достигать значения 1064 Мб/с.
- Могло пересылаться уже 4 блока за один такт.
- Пропускная способность около 1 Гб/с.
- Добавлен механизм "быстрой записи" Fast Write (FW). Основная идея - запись данных/команд управления непосредственно в AGP устройство, минуя промежуточное хранение данных в основной памяти. Для устранения возможных ошибок в стандарт на шину введен новый сигнал WBF# (Write Buffer Full - буфер записи полон). Если сигнал активен, то режим FW невозможен.
- Первые видеокарты, поддерживающие версию 2.0, появились в конце апреля 1999 года.

AGP 4x

- В 1998 году вышла вторая версия (спецификация AGP 2.0) — **AGP 4x**, которая могла пересылать уже 4 блока за один такт и обладала пропускной способностью около 1 ГБ/с. Уровень напряжения вместо обычных 3,3 В был понижен до 1,5 В.

Шина AGP Pro

- В июле 1998 года Intel выпустила версию 0.9 спецификации на AGP Pro, существенно отличающейся конструктивно от AGP 2.0.
- Новый стандарт не видоизменяет шину AGP. Основное направление - увеличение энергоснабжения графических карт. С этой целью в разъем AGP Pro добавлены новые линии питания. Краткая суть отличий в следующем:
- Изменен разъем AGP - добавлены выводы по краям существующего разъема для подключения дополнительных цепей питания 12V и 3.3V
- AGP Pro предназначена только для систем с ATX форм-фактором. Установка плат AGP Pro в NLX системы не предусмотрена (слишком велик размер платы в AGP Pro).
- Поскольку карте AGP Pro разрешено потребление до 110 Вт, высота элементов на плате (с учетом возможных элементов охлаждения) может достигать 55 мм, поэтому два соседних слота PCI должны оставаться свободными. Кроме этого, два соседних слота PCI могут использоваться платой AGP Pro для своих целей.

Шина AGP 8X

- В ноябре 2000 года Intel выпустила предварительную версию (draft) следующего варианта AGP шины - 8X. Основная идея - увеличение полосы пропускания до $8 \times 4 = 32$ байт за один такт системной шины. Это означает, что скорость передачи данных на шине возрастет до 2-х Гигабайт в секунду. Кроме этого, в проект нового варианта шины заложены несколько принципиальных изменений, расширяющих возможности интерфейса AGP:
 - Понижение уровня напряжений сигналов на шине;
 - Циклы калибровки;
 - Динамическая инверсия шины;
 - Поддержка изохронного режима передачи данных;
 - Поддержка нескольких AGP 8X портов (ранее был возможен только один порт);
 - Новые регистры конфигурации для 8X шины;



Доступ к памяти

- **DMA** — доступ к памяти, в этом режиме основной памятью считается встроенная видеопамять на карте, текстуры копируются туда перед использованием из системной памяти компьютера. Этот режим работы не был новым, по тому же принципу работают звуковые карты, некоторые контроллеры и т. п.
- **DME** — в этом режиме основная и видеопамять находятся как бы в общем адресном пространстве. Общее пространство эмулируется с помощью таблицы отображения адресов блоками по 4 Кб. Таким образом копировать данные из основной памяти в видеопамять уже не требуется, этот процесс называют **AGP-текстурированием**.

Pin	Name
A1	+12 V dc
A2	spare
A3	Reserved* Ground
A4	USB-
A5	Ground
A6	INTA#
A7	RST#
A8	GNT#
A9	VCC 3.3
A10	ST1
A11	Reserved
A12	PIPE#
A13	Ground
A14	Spare
A15	SBA1
A16	VCC 3.3
A17	SBA3
A18	Reserved
A19	Ground
A20	SBA5
A21	SBA7
A22	Key
A23	Key
A24	Key
A25	Key
A26	AD30
A27	AD28
A28	VCC 3.3
A29	AD26
A30	AD24
A31	Ground

A32	Reserved
A33	C/BE3#
A34	Vddq 3.3
A35	AD22
A36	AD20
A37	Ground
A38	AD18
A39	AD16
A40	Vddq 3.3
A41	FRAME#
A42	Spare
A43	Ground
A44	Spare
A45	VCC 3.3
A46	TRDY#
A47	STOP#
A48	Spare
A49	Ground
A50	PAR
A51	AD15
A52	Vddq 3.3
A53	AD13
A54	AD11
A55	Ground
A56	AD9
A57	C/BE0#
A58	Vddq 3.3
A59	Reserved
A60	AD6
A61	Ground
A62	AD4
A63	AD2

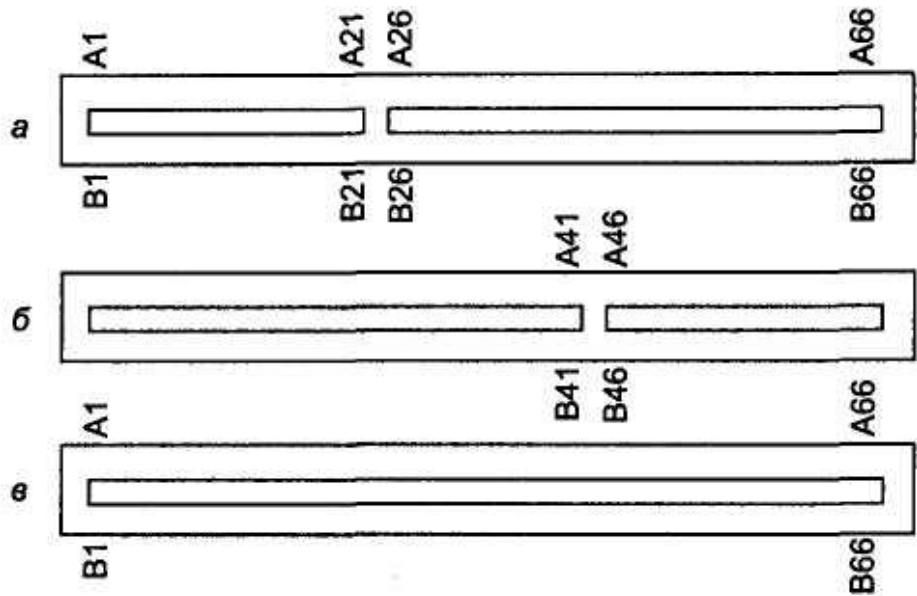
A64	Vddq 3.3
A65	AD0
A66	SMB1
B1	spare
B2	+5 V dc
B3	+5 V dc
B4	USB+
B5	Ground
B6	INTB#
B7	CLK
B8	REQ#
B9	VCC 3.3
B10	ST0
B11	ST2
B12	RBF#
B13	Ground
B14	Spare
B15	SBA0
B16	VCC 3.3
B17	SBA2
B18	SB_STB
B19	Ground
B20	SBA4
B21	SBA6
B22	Key
B23	Key
B24	Key
B25	Key
B26	AD31
B27	AD29
B28	VCC 3.3
B29	AD27

B30	AD25
B31	Ground
B32	AD_STB1
B33	AD23
B34	Vddq 3.3
B35	AD21
B36	AD19
B37	Ground
B38	AD17
B39	C/BE2#
B40	Vddq 3.3
B41	IRDY#
B42	Spare
B43	Ground
B44	Spare
B45	VCC 3.3
B46	DEVSEL#
B47	Vddq 3.3
B48	PERR#
B49	Ground
B50	SERR#
B51	C/BE1#
B52	Vddq 3.3
B53	AD14
B54	AD12
B55	Ground
B56	AD10
B57	AD8
B58	Vddq 3.3
B59	AD_STB0
B60	AD7
B61	Ground

B61	Ground
B62	AD5
B63	AD3
B64	Vddq 3.3
B65	AD1
B66	SMB0

Электрический интерфейс

Задняя кромка системной платы



Шина PCI Express

PCI Express или PCIe или PCI-E — компьютерная шина, использующая программную модель шины PCI и высокопроизводительный физический протокол, основанный на последовательной передаче данных.

История развития PCI-Exp

PCI Express, или **PCIe**, или **PCI-E** (также известная как **3GIO for 3rd Generation I/O**; не путать с **PCI-X** и **PXI**) — компьютерная шина (хотя на физическом уровне шиной не является, будучи соединением типа «точка-точка»), использующая программную модель шины PCI и высокопроизводительный физический протокол, основанный на последовательной передаче данных.

Разработка стандарта PCI Express была начата фирмой Intel после отказа от шины InfiniBand. Официально первая базовая спецификация PCI Express появилась в июле 2002 года. Развитием стандарта PCI Express занимается организация PCI Special Interest Group.

Поскольку информации о первых спецификациях PCI-Express 1.x было мало, а реализация вовсе была редкостью на некоторых старых платах с Socket 478 некоторые были гибридными с AGP x8 и PCI-Express 1.0 начнем с PCI-Express 2.0

История развития PCI-Exp

PCI Express 2.0

В дальнейшем группа PCI-SIG, которая занимается разработкой соответствующих стандартов, представила основные спецификации PCI Express 2.0. Вторая версия PCIe вдвое увеличила стандартную пропускную способность, с 2,5 Гбит/с до 5 Гбит/с, так что разъем x16 позволяет передавать данные на скорости до 8 ГБ/с в каждом направлении. При этом PCIe 2.0 совместим с PCIe 1.1, старые карты расширения обычно нормально работают в новых системных платах.

Спецификация PCIe 2.0 поддерживает скорости передачи как 2,5 Гбит/с, так и 5 Гбит/с, это сделано для обеспечения обратной совместимости с существующими решениями PCIe 1.0 и 1.1. Обратная совместимость PCI Express 2.0 позволяет использовать устаревшие решения с 2,5 Гбит/с в слотах 5,0 Гбит/с, которые просто будут в таком случае работать на меньшей скорости. А устройства, разработанные по спецификациям версии 2.0, могут поддерживать скорости 2,5 Гбит/с и/или 5 Гбит/с.

История развития PCI-Exp

PCI Express 2.0

Хотя основное нововведение в PCI Express 2.0 — это удвоенная до 5 Гбит/с скорость, но это не единственное изменение, есть и другие модификации для увеличения гибкости, новые механизмы для программного управления скоростью соединений и т. п. Нас больше всего интересуют изменения, связанные с электропитанием устройств, так как требования видеокарт к питанию неуклонно растут. В PCI-SIG разработали новую спецификацию для обеспечения увеличивающегося энергопотребления графических карт, она расширяет текущие возможности энергоснабжения до 225/300 Вт на видеокарту. Для поддержки этой спецификации используется новый 2×4-штырьковый разъем питания, предназначенный для обеспечения питанием топовых моделей видеокарт.

Видеокарты и системные платы с поддержкой PCI Express 2.0 появились в широкой продаже уже в 2007 году, а теперь на рынке других и не встретить. Оба основных производителя видеочипов, AMD и NVIDIA, выпустили новые линейки GPU и видеокарт на их основе, поддерживающие увеличенную пропускную способность второй версии PCI Express и пользующиеся новыми возможностями по электрическому питанию для карт расширения. Все они обратно совместимы с системными платами, имеющими на борту слоты PCI Express 1.x, хотя в некоторых редких случаях наблюдается несовместимость, так что нужно быть осторожным.

История развития PCI-Exp

PCI Express 3.0

В ноябре 2010 года были утверждены спецификации версии PCI Express 3.0. Интерфейс обладает скоростью передачи данных 8 GT/s(Гигатранзакций/с). Но, несмотря на это, его реальная пропускная способность всё равно была увеличена вдвое по сравнению со стандартом PCI Express 2.0. Этого удалось достигнуть благодаря более агрессивной схеме кодирования 128b/130b, когда 128 бит данных, пересылаемых по шине, кодируются 130 битами. При этом сохранилась полная совместимость с предыдущими версиями PCI Express. Карты PCI Express 1.x и 2.x будут работать в разъёме 3.0 и наоборот карта PCI Express 3.0 будет работать в разъёмах 1.x и 2.x. По данным PCI-SIG, первые тесты PCI Express 3.0 начались в 2011 году, средства для проверки совместимости для партнеров появились лишь в середине 2011-го, а реальные устройства — только в 2012-м.

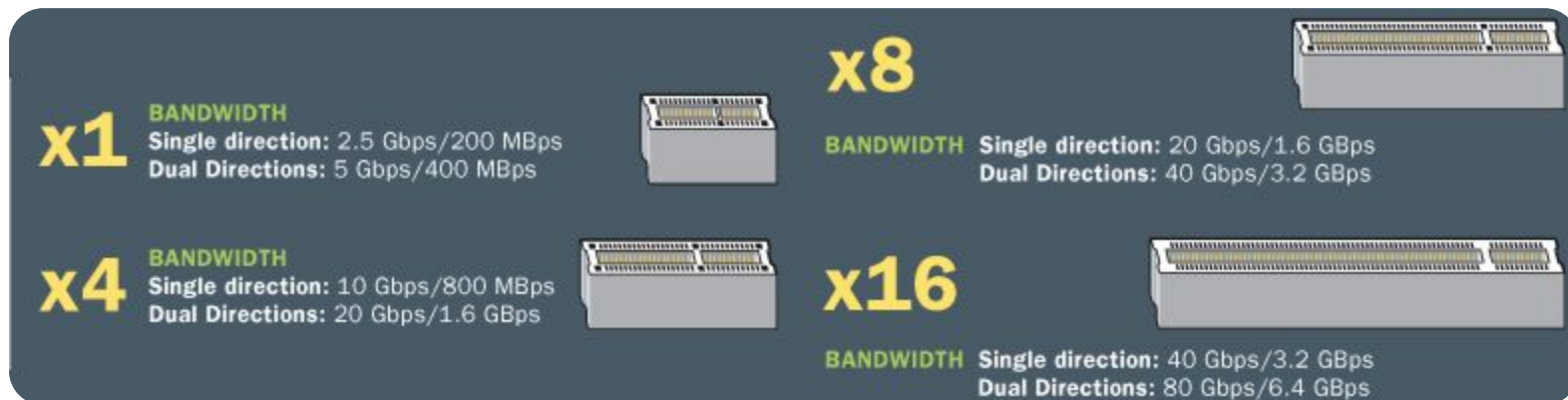
Компания MSI стала первым в мире производителем, выпустившим материнскую плату с поддержкой стандарта PCI Express 3.0.

Виды разъемов PCI-Express

Линии PCI-Express

PCI Express построен на принципах симплексной технологии, а это означает, что сигналы идут одновременно в противоположных направлениях и по отдельным парам проводов. Итого принципиально требуется всего две пары проводников, вместе называемые lane (линия). Соединение между двумя устройствами PCI Express называется link (связь, соединение), и состоит из одного (называемого x1) или нескольких (x2, x4, x8, x12, x16 и x32) двунаправленных последовательных соединений lane. При этом каждое устройство должно поддерживать соединение x1.

На шине PCI Express всегда задействовано максимальное количество **lane**'ов, доступных как для карты, так и для слота. Однако это не позволяет устройству работать в слоте, предназначенном для карт с меньшей пропускной способностью шины PCI Express (например, карта x4 физически не поместится в слот x1, несмотря на то, что она могла бы работать в слоте x4 с использованием только одного **lane**).



Виды разъемов PCI-Express

Линии PCI-Express

Использование подобного подхода имеет следующие преимущества:

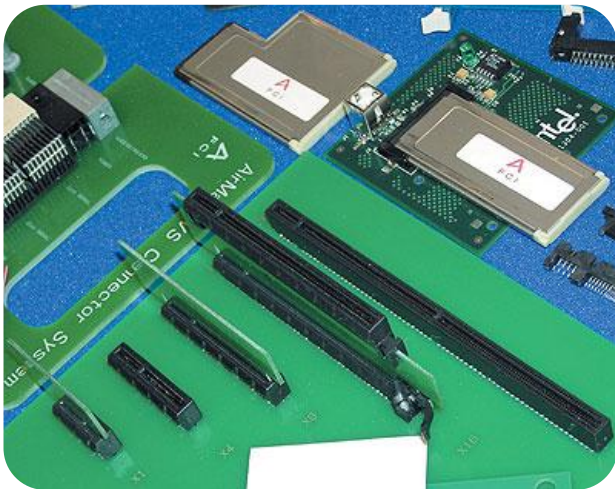
- карта PCI Express помещается и корректно работает в любом слоте той же или большей пропускной способности (например, карта x1 будет работать в слотах x4 и x16);
- слот большего физического размера может использовать не все **lane**'ы (например, к слоту x16 можно подвести линии передачи информации, соответствующие x1 или x8, и всё это будет нормально функционировать; однако, при этом необходимо подключить все линии «питание» и «земля», необходимые для слота x16);
- горячая замена карт;
- гарантированная полоса пропускания;
- управление энергопотреблением;
- контроль целостности передаваемых данных.

Виды разъемов PCI-Express

Линии PCI-Express

PCI Express пересылает всю управляющую информацию, включая прерывания, через те же линии, что используются для передачи данных. Последовательный протокол никогда не может быть заблокирован.

Во всех высокоскоростных последовательных протоколах (например, Ethernet), информация о синхронизации должна быть встроена в передаваемый сигнал. На физическом уровне, PCI Express использует ставший общепринятым метод кодирования 8В/10В (8 бит данных заменяются на 10 бит, передаваемых по каналу, таким образом 20% передаваемого по каналу трафика является избыточными), что позволяет поднять помехозащищённость.



Шины PCI-Exp с x32 до x1

Шина PCI-Exp x32 не получила большого распространения на многих материнских платах из-за ограничения линий чипсета которых часто от 20 до 40штук

Виды разъемов PCI-Express

Extended PCI-Express

Логическим дополнением базовой спецификации 2.0 стало утверждение месяцем позже спецификации внешней кабельной системы PCI Express External Cabling 1.0.

Регламентируются конструкция и маркировка соединительных разъемов, механические и электрические характеристики медных кабелей. Предусматривается объединение линий шины PCI Express в группы по 1, 4, 8 и 16 (PCI-E x1, x4, x8, x16).

Чем больше линий, тем соответственно больше контактов (18 для x1, 38 для x4, 68 для x8 и 136 для x16), тем сложнее и шире соответствующие разъемы и кабели (см. рисунок). Новая спецификация совместима с PCI-E 1.1 и поддерживает максимальную производительность 2,5 Гбит/сек на линию, что, например, должно обеспечить скорость передачи данных 4 Гбайт/сек по кабелю x8 (суммарно в обе стороны). При этом длина кабеля не должна превышать 10 метров.

Кабели линий шин от x1 до x16:



Виды разъемов PCI-Express

mini PCI-Express

Карты PCI Express также доступны в форм-факторе mini-PCIe. Это форм-фактор, специально разработанный для портативных компьютеров, размером приблизительно 30x51мм или 30x26.5мм. Mini-PCIe эквивалентен однополосному разъему PCIe. Множество устройств, таких как модули WiFi, WAN, видео/аудио декодеры, SSD-диски и др. доступны в этом форм-факторе



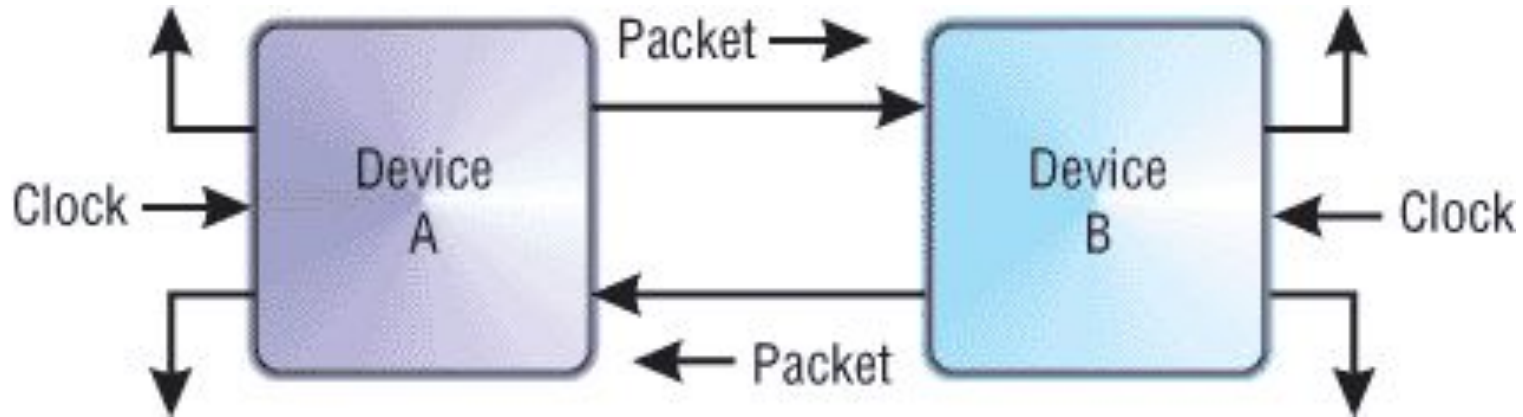
Виды разъемов PCI-Express

Mobile PCI Express Module (MXM)

Мобильный модуль на шине PCI Express (от англ. Mobile PCI Express Module (MXM)) - стандарт взаимодействия для графических процессоров (Графические модули стандарта MXM) в ноутбуках, в которых используется шина PCI Express, разработанная компанией Nvidia и несколькими производителями мобильных компьютеров. Цель заключалась в создании общепромышленного стандарта для разъема, такого, чтобы можно было легко заменять графический процессор в мобильном компьютере, без необходимости приобретения новой системы целиком или обращения в специализированный сервисный центр производителя компьютера. Однако, текущая спецификация MXM не поддерживает "горячее" подключение.



Одна магистральная линия шины PCI Express

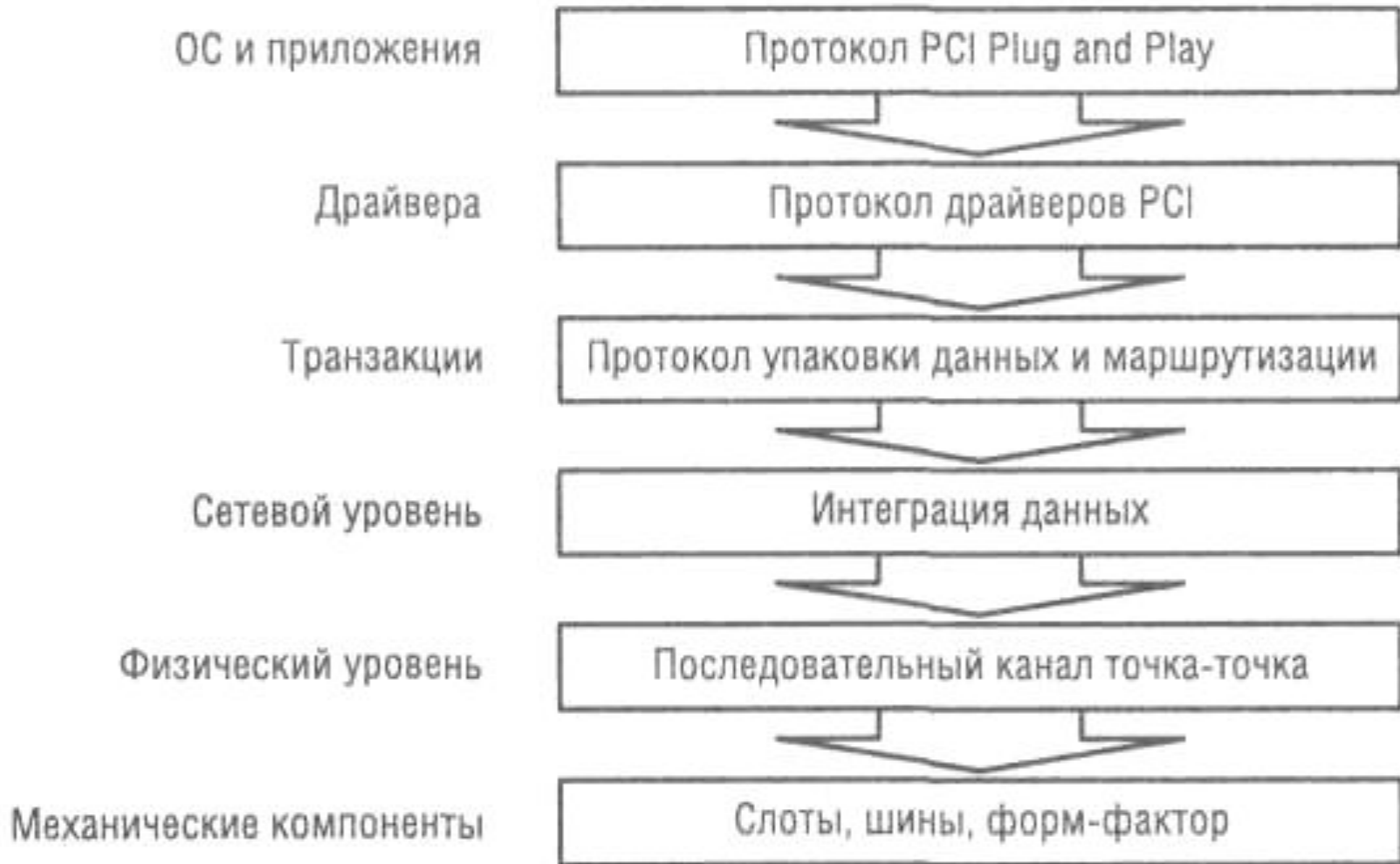


$$P_{1x} = \frac{2,5 \cdot 2 \cdot 0,8}{8} = 0,5 \text{ АА}/\tilde{n}$$

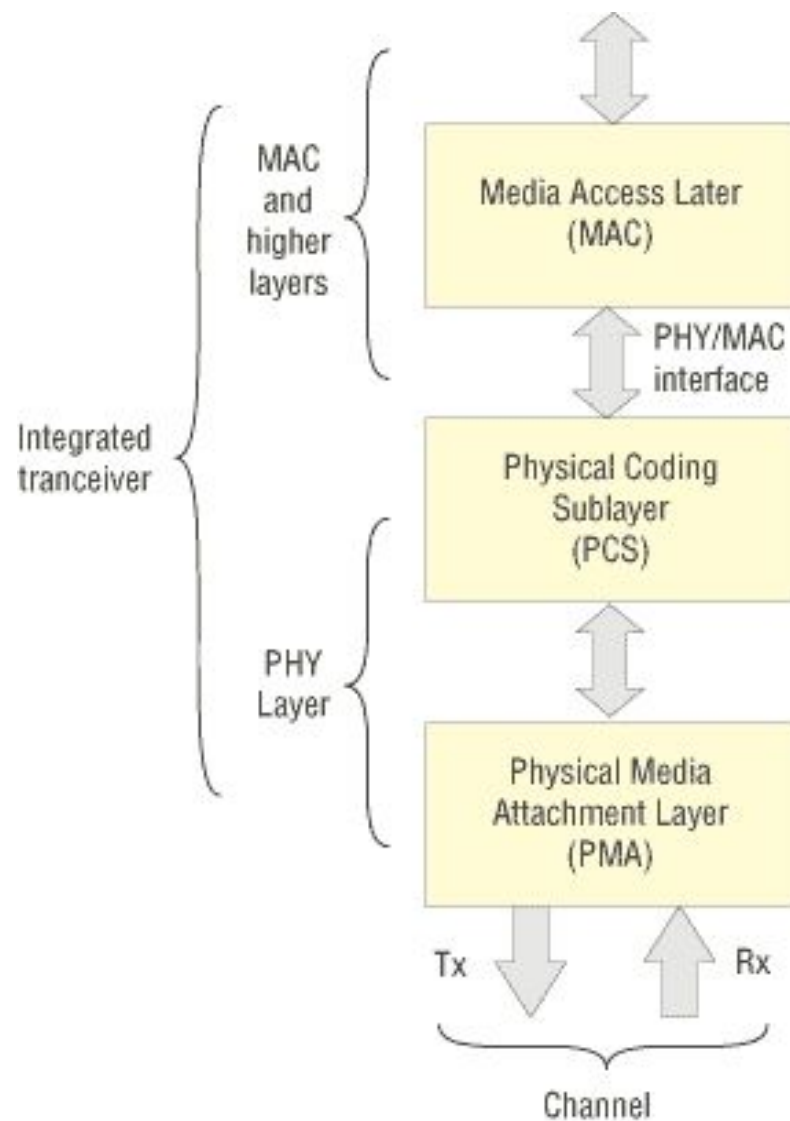
Новые возможности спецификации PCI Express Base 2.0

- динамическое управление скоростью соединения;
- механизм уведомления программного обеспечения (ОС, драйвера и т.п.) об изменениях пропускной способности и скорости соединения;
- расширение структуры, хранящей информацию о возможностях устройства, которое позволит лучше управлять устройствами, слотами и соединениями;
- службы управления доступом;
- контроль истечения времени ожидания событий;
- механизм сброса на уровне отдельных функций многофункционального устройства;
- новый порог энергопотребления устройств, устанавливаемых в слот.

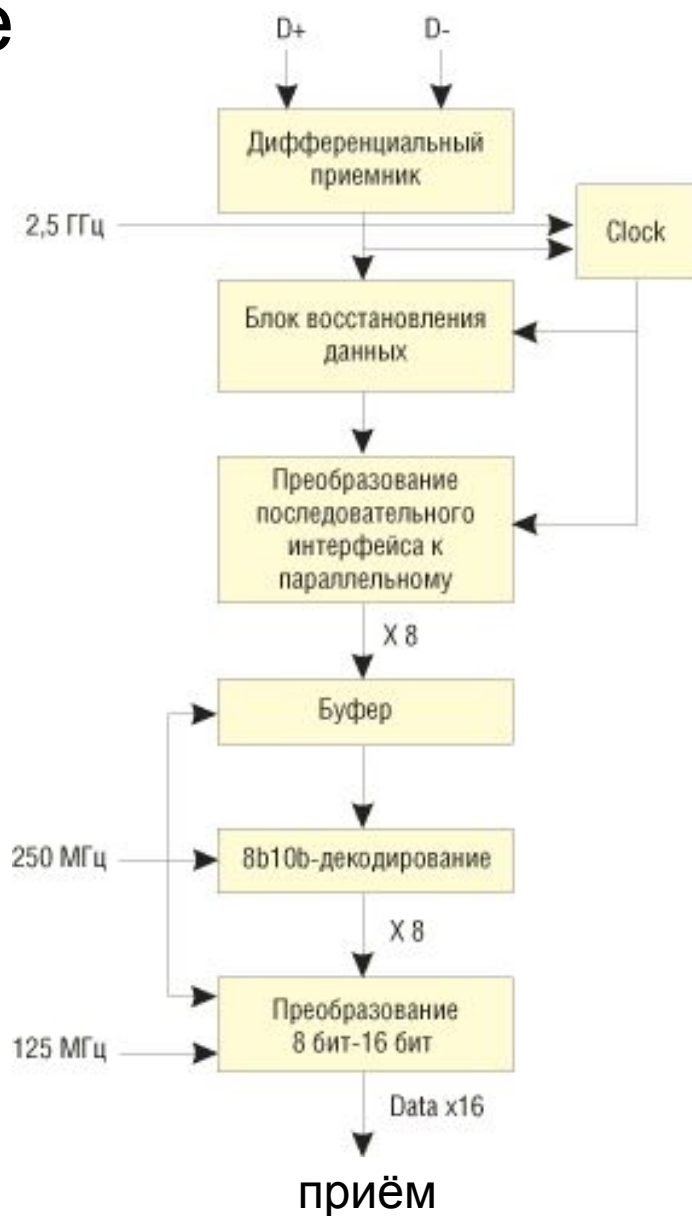
Структура интерфейса PCI Express



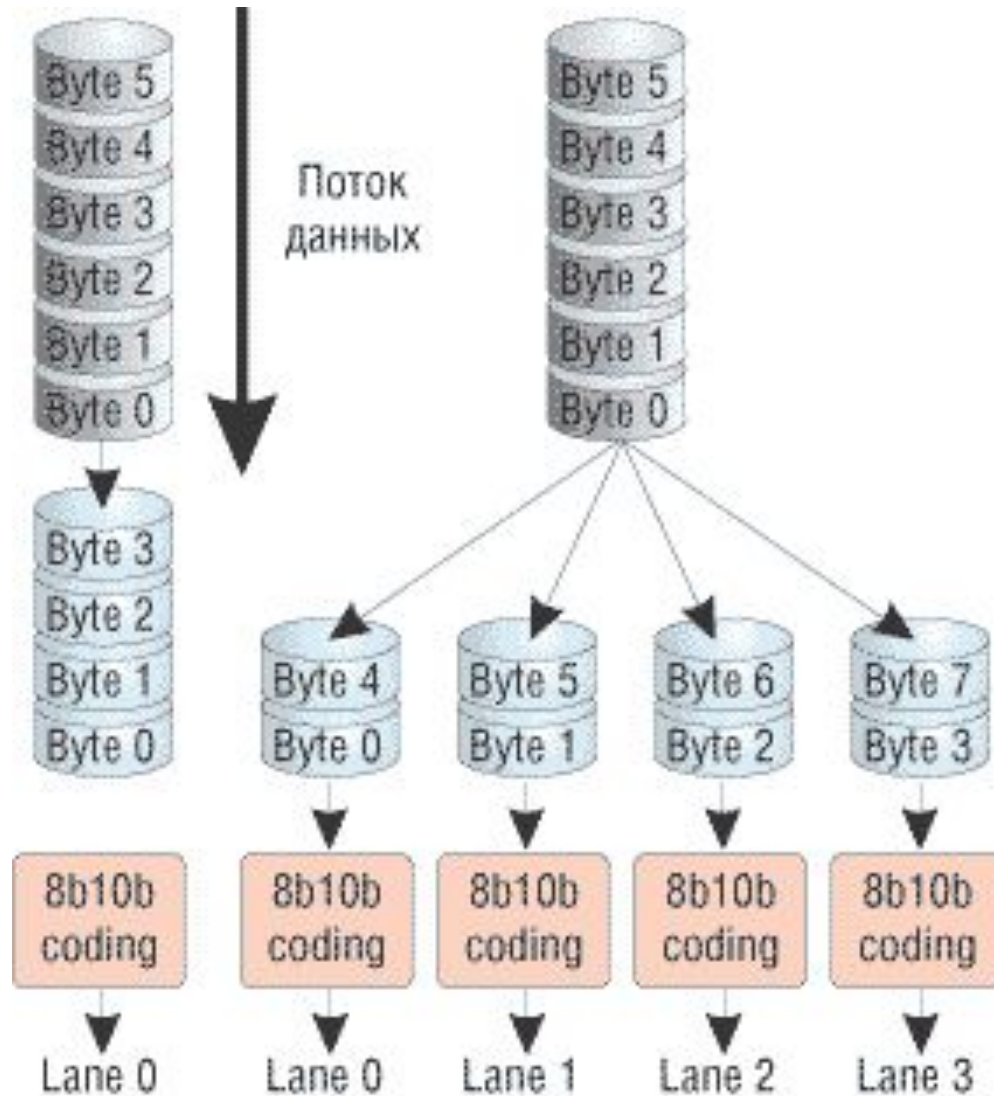
Физический уровень шины



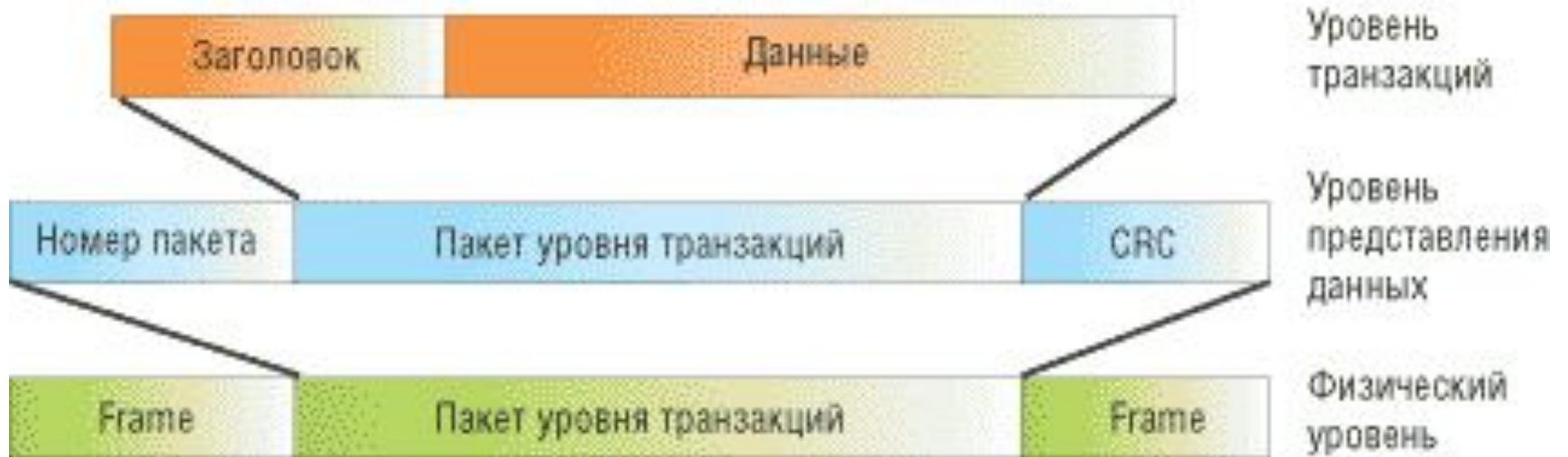
Преобразование данных на физическом уровне



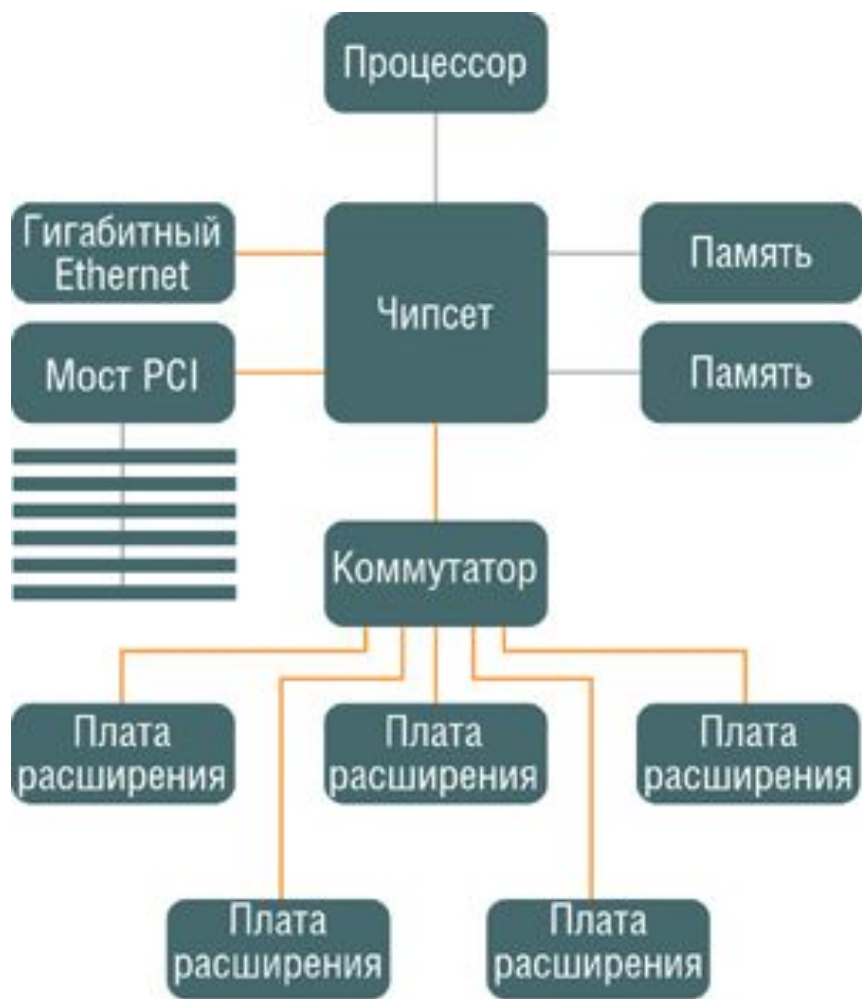
Организация шины PCI Express при наличии нескольких магистральных линий передачи



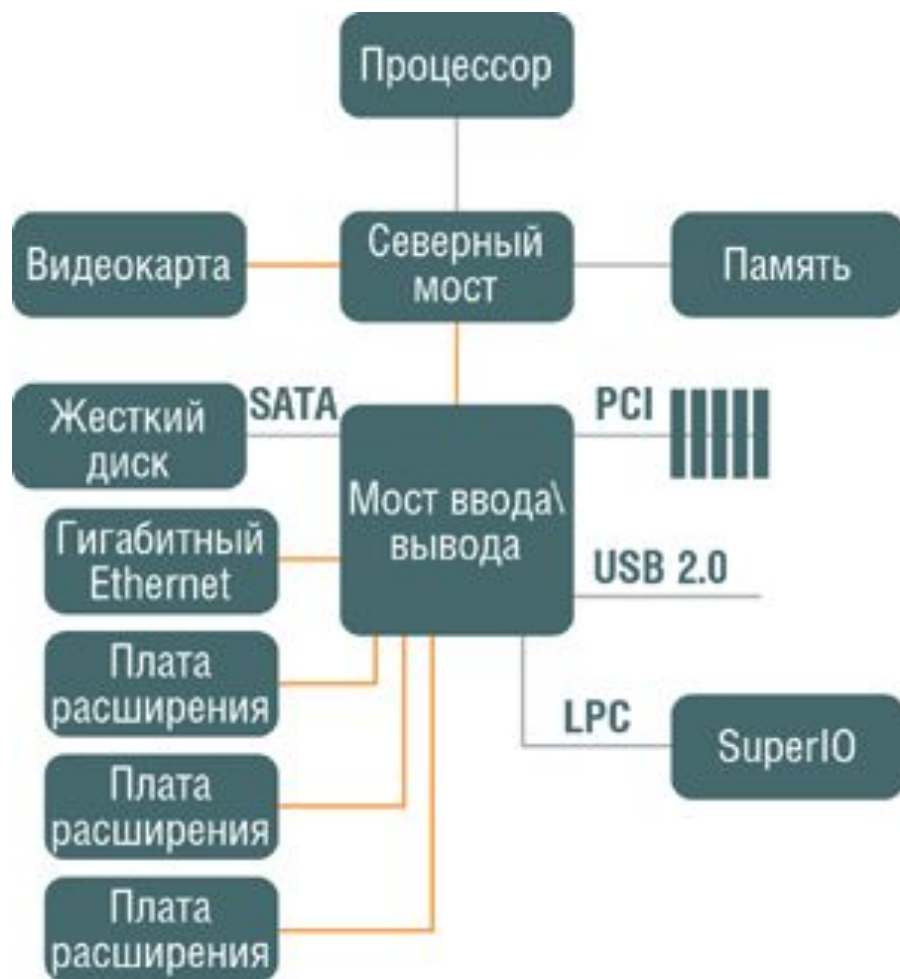
Обработка данных



Схемы использования шин и устройств PCI Express в компьютере

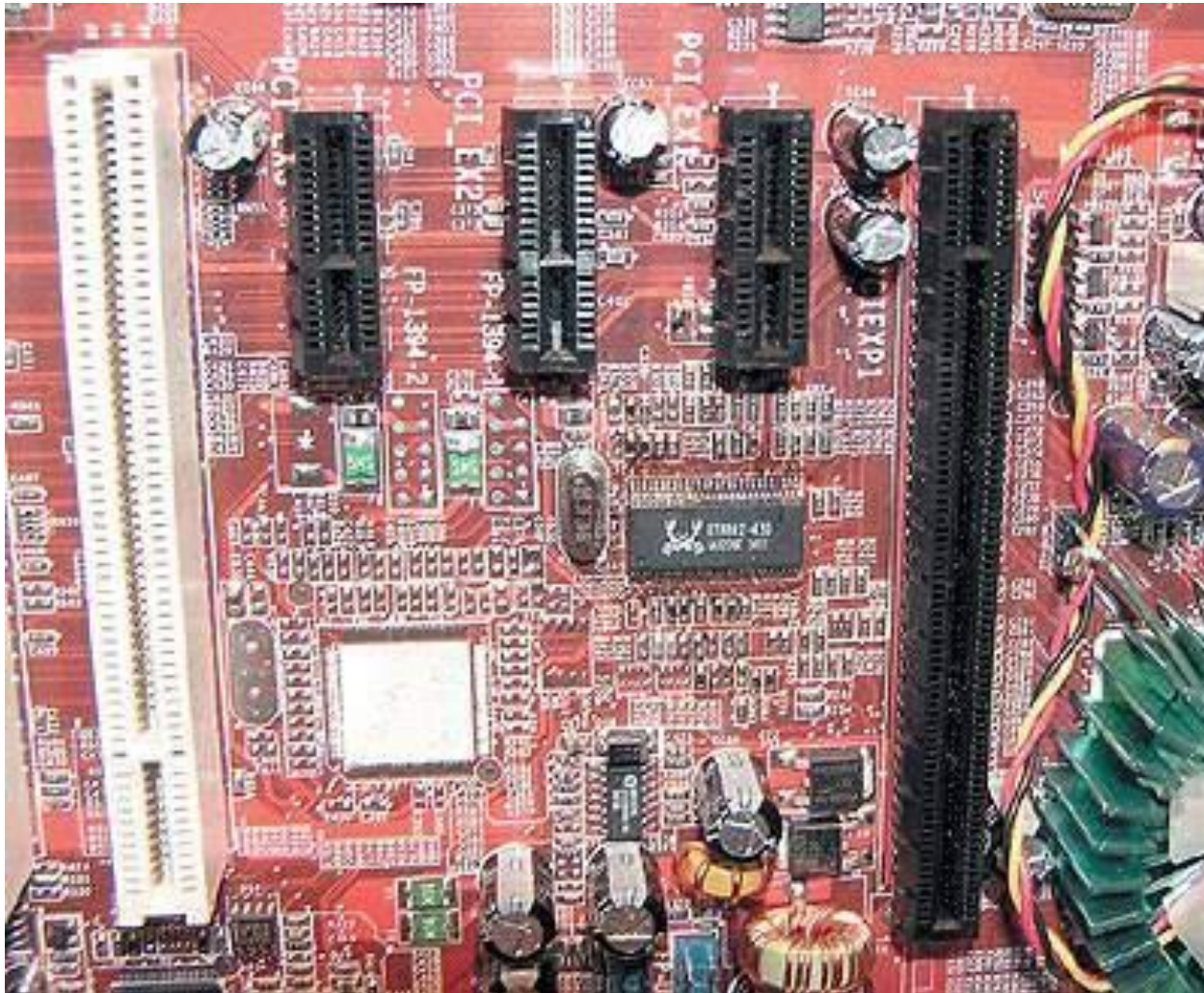


Обобщённая

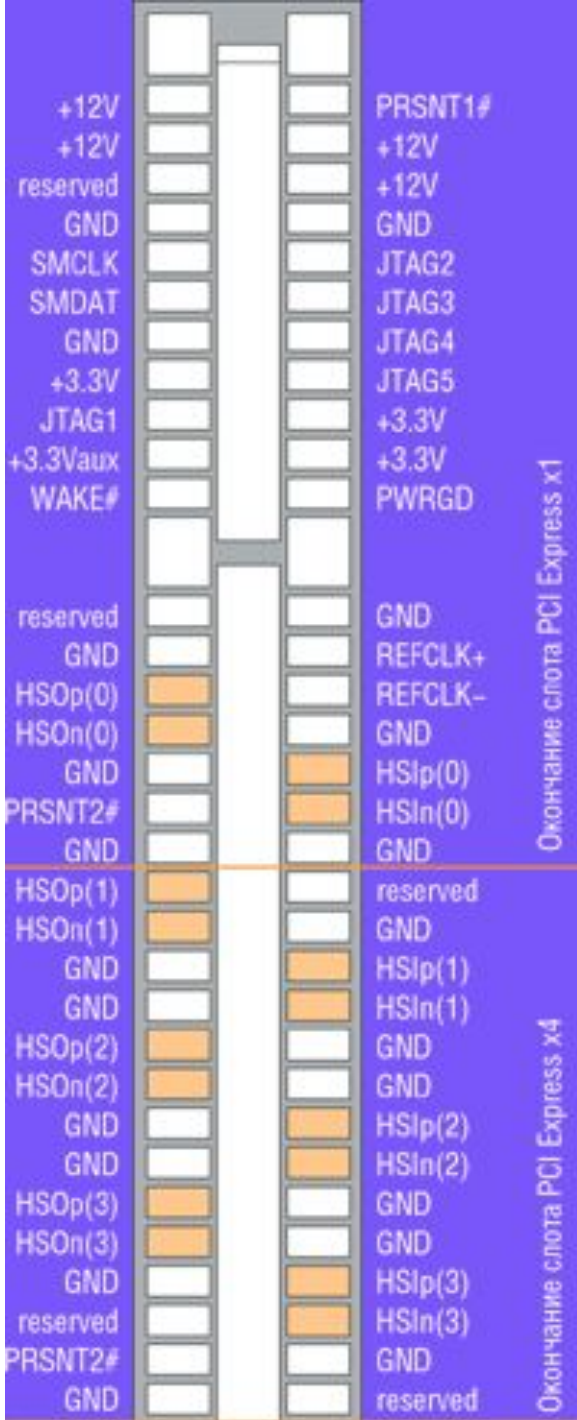


Реальная

Электрический интерфейс



Цоколёвка слотов PCI Express x1 и x4



Заключение

