



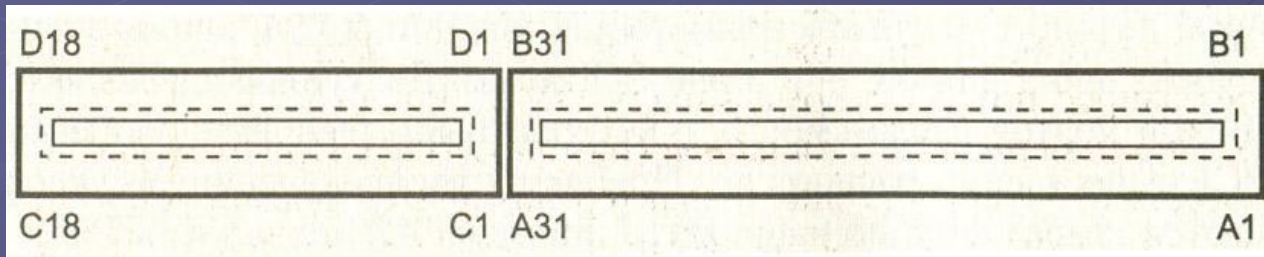
# Микросхемы динамической памяти

Шины расширения (Expansion Bus) являются средствами подключения системного уровня: они позволяют адаптерам и контроллерам непосредственно использовать системные ресурсы РС — пространства памяти и ввода-вывода, прерывания, каналы прямого доступа к памяти. Устройства, подключенные к шинам расширения, могут и сами управлять этими шинами, получая доступ к остальным ресурсам компьютера (обычно к ячейкам памяти). Такое прямое управление (bus mastering) позволяет разгружать центральный процессор и добиваться высоких скоростей обмена данными. Шины расширения механически реализуются в виде слотов (щелевых разъемов) или штырьковых разъемов; для них характерна малая длина проводников, что позволяет достигать высоких частот работы. Эти шины могут и не выводиться на разъемы, но использоваться для подключения устройств в интегрированных системных платах.

*В современном компьютере могут встречаться шины ISA, PCI, AGP, PCI-Express и некоторые другие. При этом шины ISA и PCI являются устаревшими. Шина AGP встречается часто но постепенно выходит из употребления. Наиболее новой является шина PCI-Express.*

# ISA

ISA Bus (Industry Standard Architecture) — шина расширения, применявшаяся с первых моделей PC и ставшая промышленным стандартом. В компьютере XT использовалась шина с разрядностью данных 8 бит и адреса — 20 бит. В компьютерах AT ее расширили до 16 бит данных и 24 бит адреса. Конструктивно шина выполнена в виде двух щелевых разъемов с шагом выводов 2,54 мм (0,1 дюйма). В подмножестве ISA-8 используется только 62-контактный слот (ряды А, В), в ISA-16 применяется дополнительный 36-контактный слот (ряды С, D).

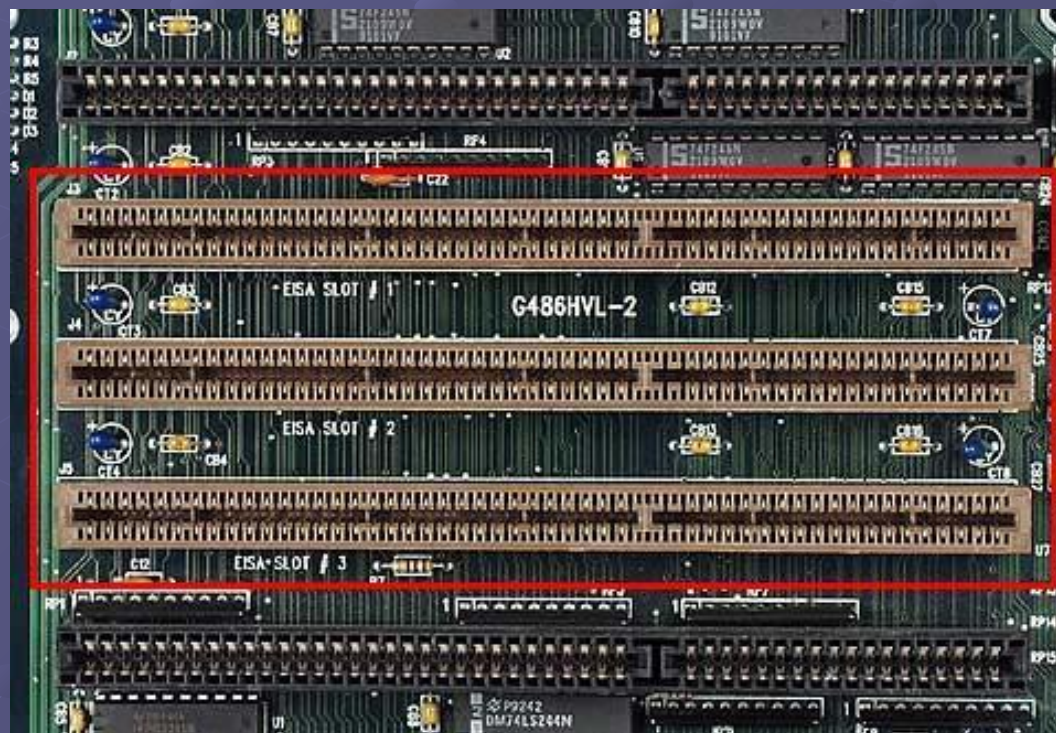
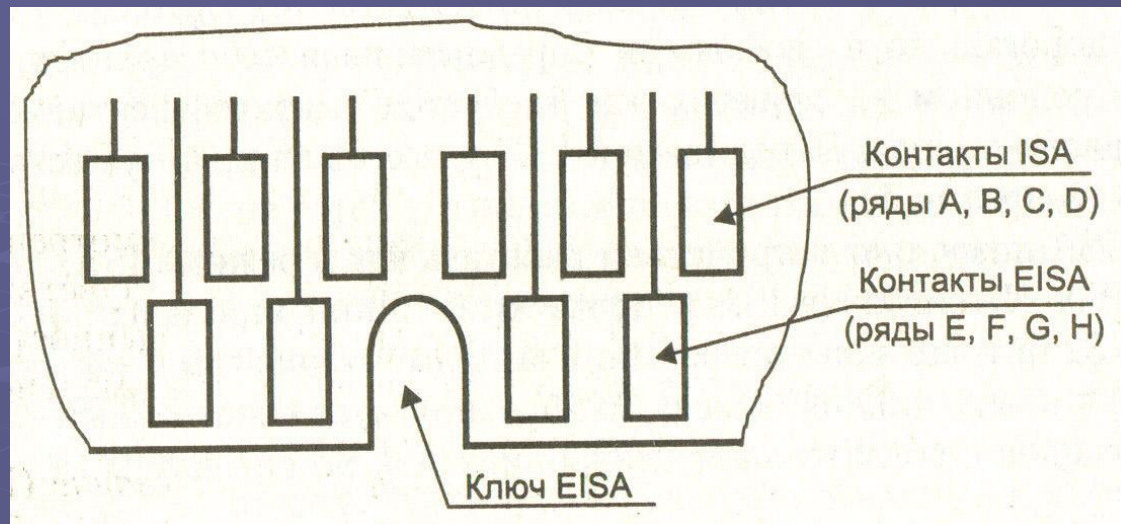


Разъем шины ISA



# EISA

EISA (Extended ISA) — 32-разрядное расширение ISA. Использует «двухэтажный» слот, позволяющий устанавливать и обычные карты ISA.



Шина ISA-8 может предоставить до 6 линий запросов прерываний, ISA-16 —11. Часть из них могут «отобрать» устройства системной платы или шина PCI. Шина ISA-8 позволяет использовать до трех 8-битных каналов DMA. На 16-битной шине доступны еще три 16-битных и один 8-битный канал. Все перечисленные ресурсы шины должны быть бесконфликтно распределены. Бесконфликтность подразумевает выполнение перечисленных ниже условий.

- Каждое устройство-исполнитель должно управлять шиной данных только при чтении по его адресам или по используемому им каналу DMA. Области адресов, по которым выполняется чтение регистров различных устройств, не должны пересекаться.
- Неиспользуемыми линиями запросов устройство управлять не имеет права, они должны электрически отсоединяться или подключаться к буферу, находящемуся в третьем состоянии. Одной линией запроса может пользоваться только одно устройство.

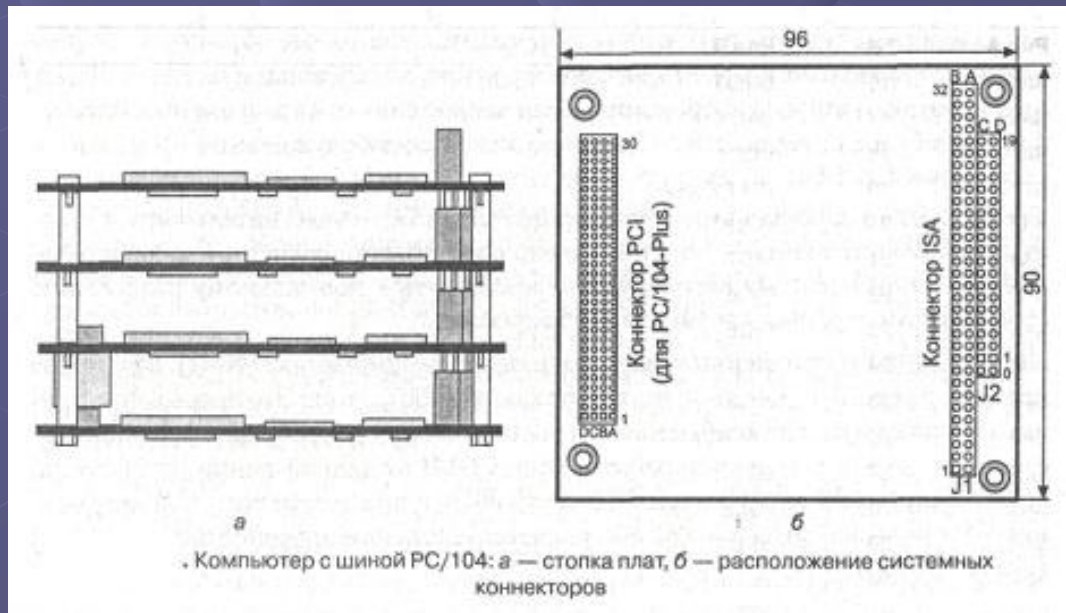
Задача распределения ресурсов для старых адаптеров решалась с помощью джамперов или DIP переключателей, затем появились программно конфигурируемые устройства, которые вытесняются автоматически конфигурируемыми платами PnP.





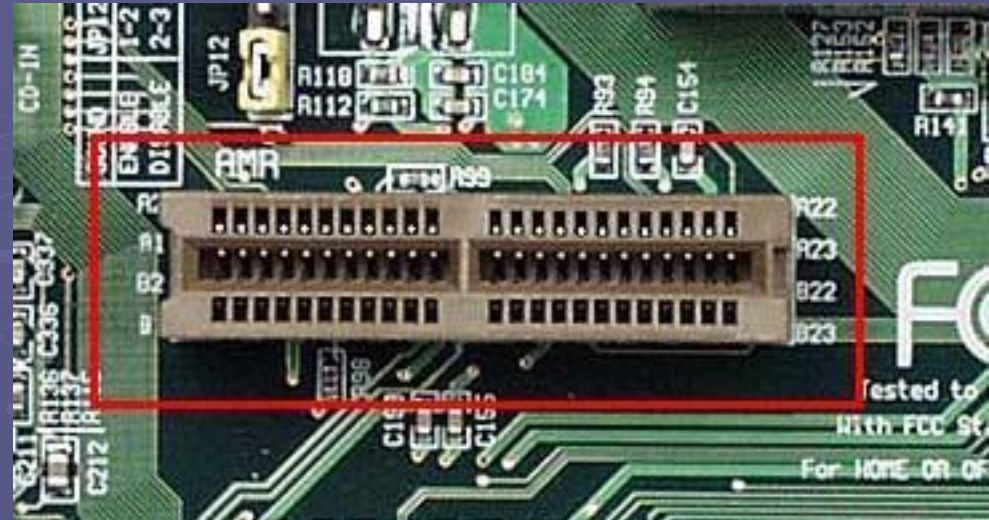
# PC/104

PC/104, предназначенная для построения относительно несложных встраиваемых контроллеров, логически эквивалентна ISA. В ее названии 104 — число контактов коннектора, на который выводятся сигналы шины ISA. От ISA шина PC/104 отличается только типом коннектора и нагрузочными характеристиками линий: поскольку протяженность линий значительно сократилась, сигнальные цепи могут быть слаботочными. т данных и 24 бит адреса. Конструктивно шина выполнена в виде двух щелевых разъемов с шагом выводов 2,54 мм (0,1 дюйма). В подмножестве ISA-8 используется только 62-контактный слот (ряды А, В), в ISA-16 применяется дополнительный 36-контактный слот (ряды С, D).



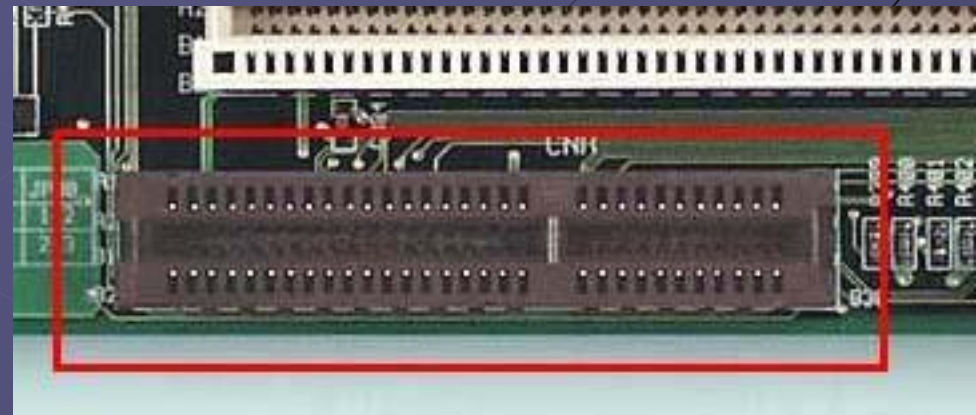
# AMR/CNR

- Слот AMR предназначался для звуковых карт и модемов. Разработан он был в рамках спецификации AC 97. На AMR-карту была вынесена аналоговая часть (кодеки и порты) звуковых адаптеров и модемов, а сам цифровой контроллер продолжал оставаться на системном чипсете. Слот обладал очень ограниченной функциональностью - поддерживал установку только одного вида устройств (либо только аудиокарта, либо только модем), не поддерживал Plug-n-Play и испытывал огромные трудности с совместимостью.



- Слот CNR является развитием идеи AMR. Основная магистраль коммуникационного расширителя, идущая с контроллера, расположенного на материнской плате, на собственно сам CNR-разъем, является вместилищем нескольких шин:

- шина AC-Link (звук, модем);
- сетевая шина;
- шина USB;
- шина SMBus.







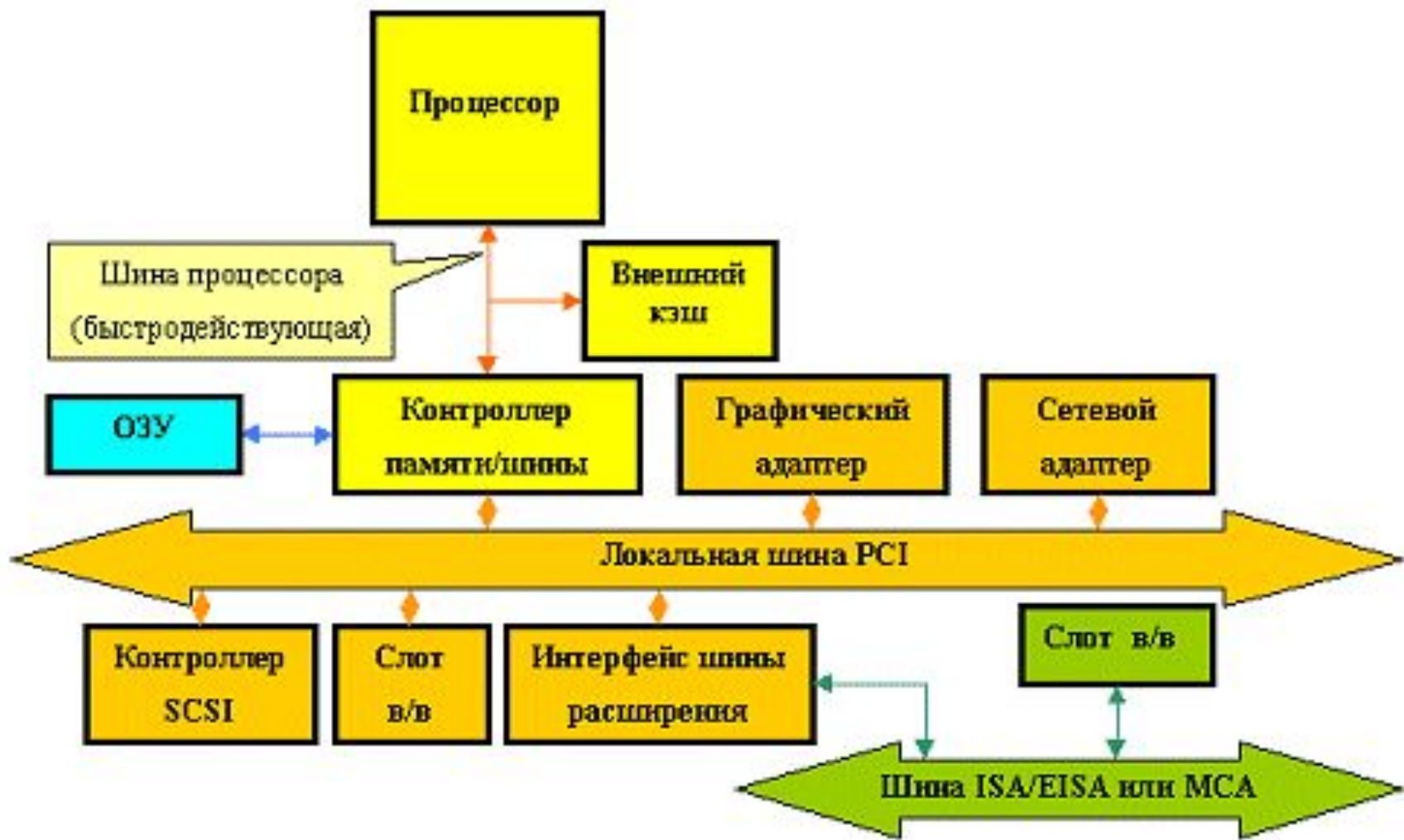
# PCI

PCI (Peripheral Component Interconnect) local bus - шина соединения периферийных компонентов долгое время являлась основной шиной расширения современных компьютеров.

Поначалу шина PCI вводилась как пристройка (mezzanine bus) к системам с основной шиной ISA, став позже центральной шиной: она соединяется с системной шиной процессора высокопроизводительным мостом («северным»), входящим в состав чипсета системной платы. Остальные шины расширения ввода-вывода (ISA/EISA или MCA), а также локальная ISA-подобная шина X-BUS и интерфейс LPC, к которым подключаются микросхемы системной платы (ROM BIOS, контроллеры прерываний, клавиатуры, DMA, портов COM и LPT, НГМД и прочие «мелочи»), подключаются к шине PCI через «южный» мост.

Для работы на шине PCI используются микросхемы КМОП (CMOS), причем имеются две спецификации: с напряжениями питания интерфейсных схем 5 и 3,3 В.

Электрическая спецификация рассчитана на два предельных варианта нагрузки одной шины: 2 устройства PCI на системной плате плюс 4 слота или 4 устройства и 2 слота. При этом подразумевается, что одно устройство на каждую линию шины PCI дает только единичную КМОП-нагрузку. В слоты могут устанавливаться карты, тоже дающие только единичную нагрузку. На длину проводников, а также топологию расположения элементов и проводников на картах расширения накладываются жесткие ограничения. Из-за этого изготовление самодельных карт PCI на логических микросхемах средней степени интеграции становится проблематичным.



Архитектура компьютера с шиной PCI

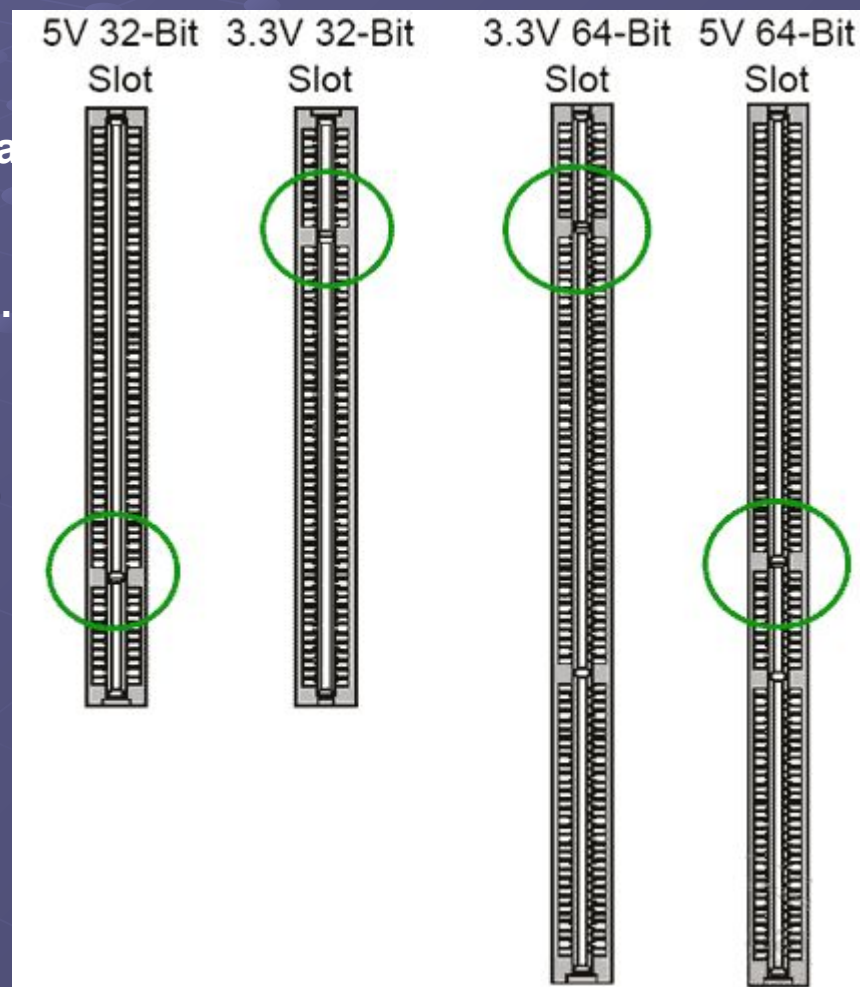
## Ключевые модификации PCI

- PCI 2.2 — допускается 64-бит ширина шины и/или тактовая частота 66 МГц, т.е. пиковая пропускная способность до 533 МБ/сек.;
- PCI-X, 64-бит версия PCI 2.2 с увеличенной до 133 МГц частотой (пиковая пропускная полоса 1066 МБ/сек.);
- PCI-X 266 (PCI-X DDR), DDR версия PCI-X (эффективная частота 266 МГц, реальная 133 МГц с передачей по обоим фронтам тактового сигнала, пиковая пропускная полоса 2.1 ГБ/сек.);
- PCI-X 533 (PCI-X QDR), QDR версия PCI-X (эффективная частота 533 МГц, пиковая пропускная полоса 4.3 ГБ/сек.);
- Mini PCI — PCI с разъемом в стиле SO-DIMM, применяется преимущественно для миниатюрных сетевых, модемных и прочих карточек в ноутбуках;
- Compact PCI — стандарт на форм фактор (модули вставляются с торца в шкаф с общей шиной на задней плоскости) и разъем, предназначенные в первую очередь для промышленных компьютеров и других критических применений;
- Accelerated Graphics Port (AGP) — высокоскоростная версия PCI оптимизированная для графических ускорителей. Отсутствует арбитраж шины (т.е. допустимо только одно устройство, за исключением последней, 3.0 версии стандарта AGP, где устройств и слотов может быть два).

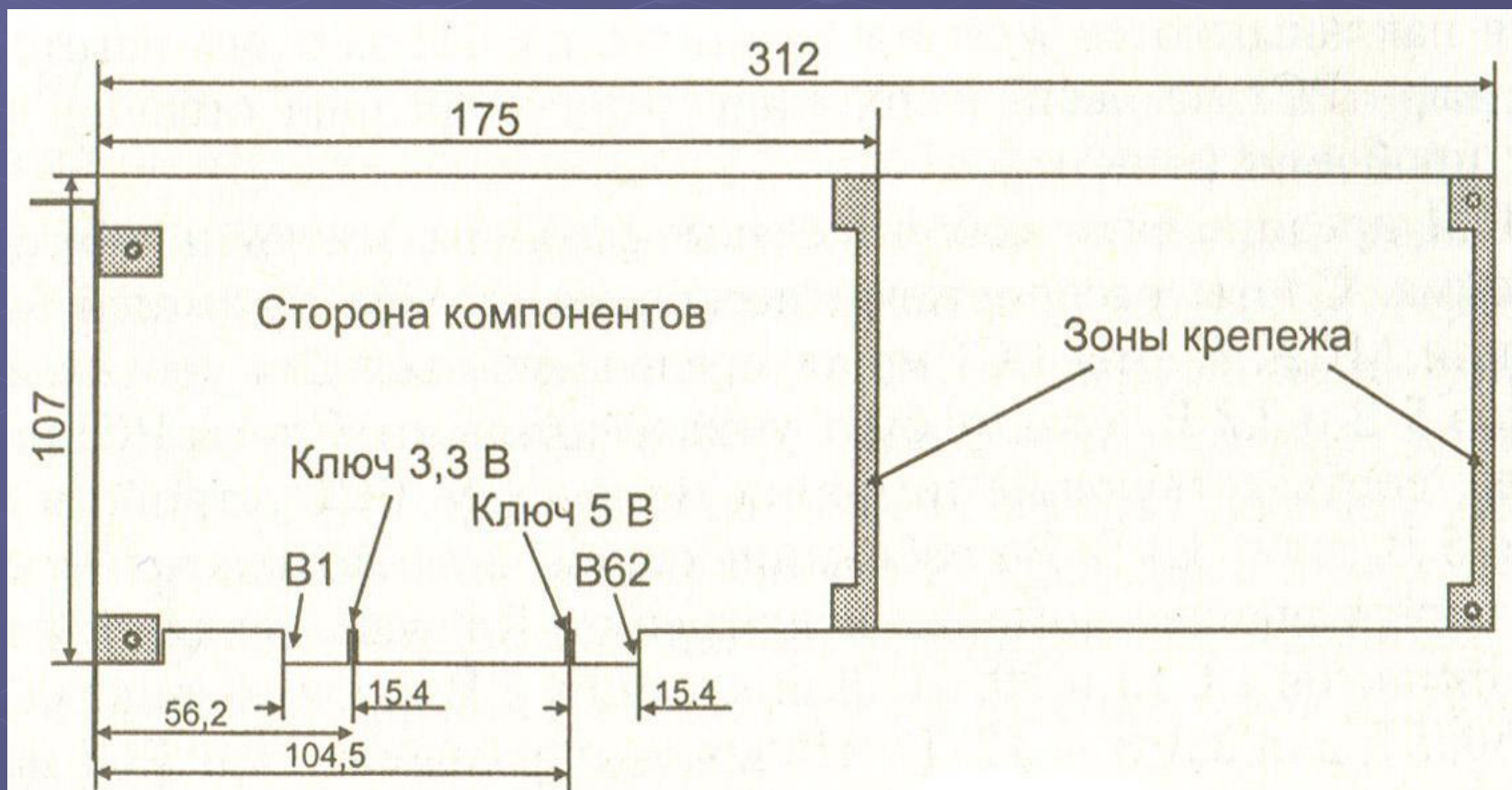


- Слоты PCI представляют собой щелевые разъемы, имеющие контакты с шагом 0,05 дюйма. Слоты расположены несколько дальше от задней панели, чем ISA/EISA. Компоненты карт PCI расположены на левой поверхности плат. По этой причине крайний PCI-слот обычно совместно использует посадочное место адаптера (прорезь на задней стенке корпуса) с соседним ISA-слотом. Такой слот называют *разделяемым* (shared slot), в него может устанавливаться либо карта ISA, либо PCI.

Карты PCI могут предназначаться для уровня интерфейсных сигналов 5 В и 3,3 В, а также быть универсальными. Во избежание ошибочного подключения слоты имеют ключи, определяющие номинал напряжения. Ключами являются пропущенные ряды контактов. Для слота на 5 В ключ расположен на месте контактов 50, 51; для 3,3 В — 12,13. На краевых разъемах карт PCI имеются ответные прорези на месте контактов 50,51 (5 В) и 12,13 (3,3 В); на универсальной карте имеется оба ключа. На системных платах чаще всего встречаются 5-вольтовые 32-битные слоты, заканчивающиеся контактами А62/В62; 64-битные слоты встречаются реже, они длиннее и заканчиваются контактами А94/В94.



32-битная карта максимального размера (Long Card) имеет в длину 312 мм, длина короткой платы (Short Card) — 175 мм, но многие карты имеют и меньшие размеры. Карта имеет обрамление (скобку), стандартное для конструктива ISA (раньше встречались карты и с обрамлением в стиле MCA IBM PS/2)



# AGP

AGP (Accelerated Graphic Port — ускоренный графический порт) - стандарт подключения графических адаптеров разработан фирмой Intel на базе шины PCI 2.1.

Порт AGP представляет собой 32-разрядную шину с тактовой частотой 66 МГц, большая часть сигналов позаимствована из шины PCI. Однако в отличие от PCI, порт AGP представляет собой двухточечный интерфейс, соединяющий графический адаптер с памятью и системной шиной процессора напрямую логикой и каналами данных чипсета системной платы, не пересекаясь с «узким местом» — шиной PCI. Порт AGP предназначен только для интеллектуального графического адаптера, имеющего 3D-ускоритель

«Ускоренность» порта обеспечивается следующими факторами:

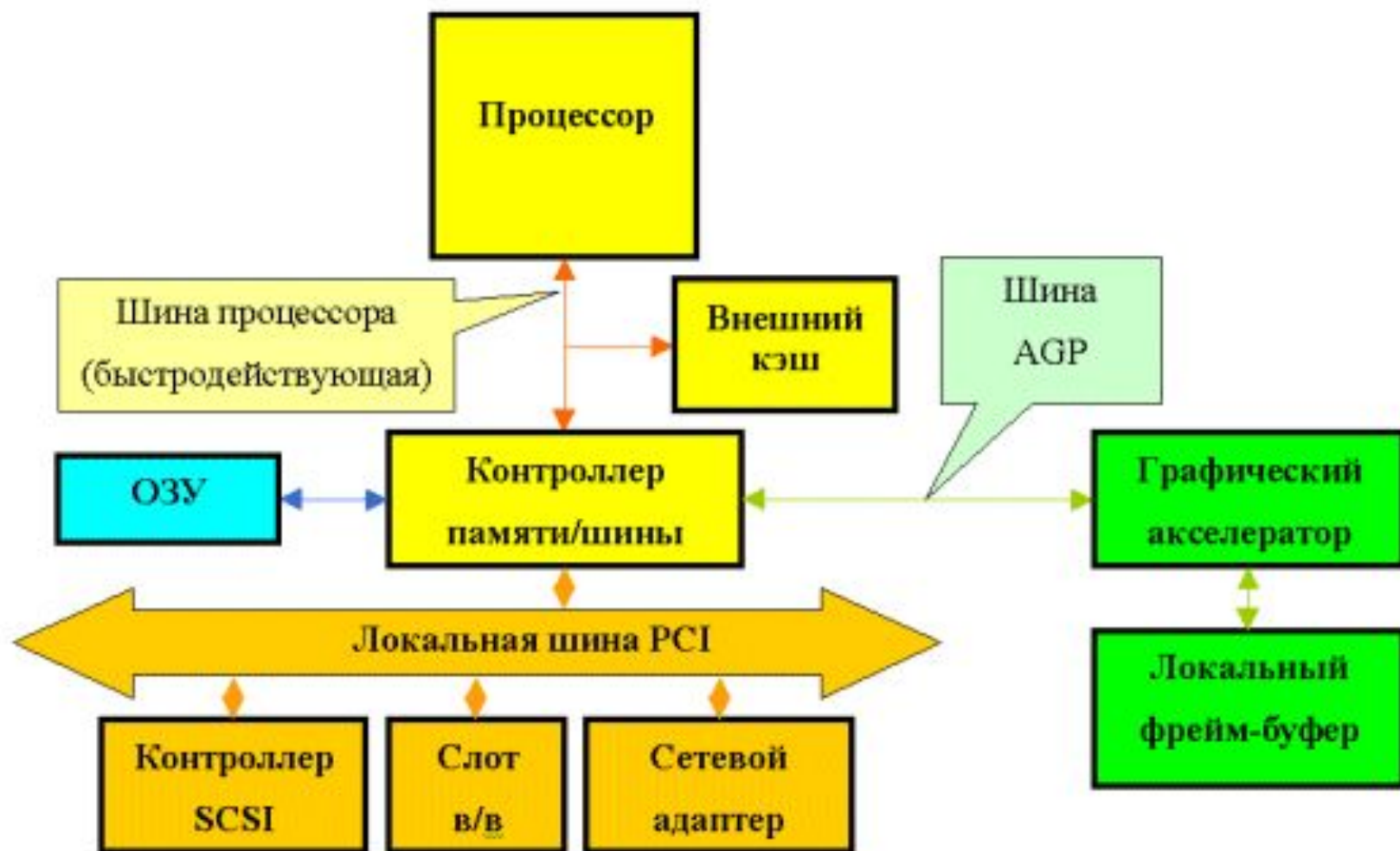
- конвейеризацией обращений к памяти;
- удвоенной (2x) или учетверенной (4x) частотой передачи данных (относительно тактовой частоты порта);
- демультимплексированием шин адреса и данных.

Существует несколько стандартов AGP различающихся производительностью:

AGP -> AGP2x -> AGP4x -> AGP8x

Графический адаптер с интерфейсом AGP может быть встроен в системную плату, а может располагаться и на карте расширения, установленной в *слот AGP*. Внешне карты с портом AGP похожи на PCI (рис. 6.13), но у них используется разъем повышенной плотности с «двухэтажным» (как у EISA) расположением ламелей. Сам разъем находится дальше от задней кромки платы, чем разъем PCI.





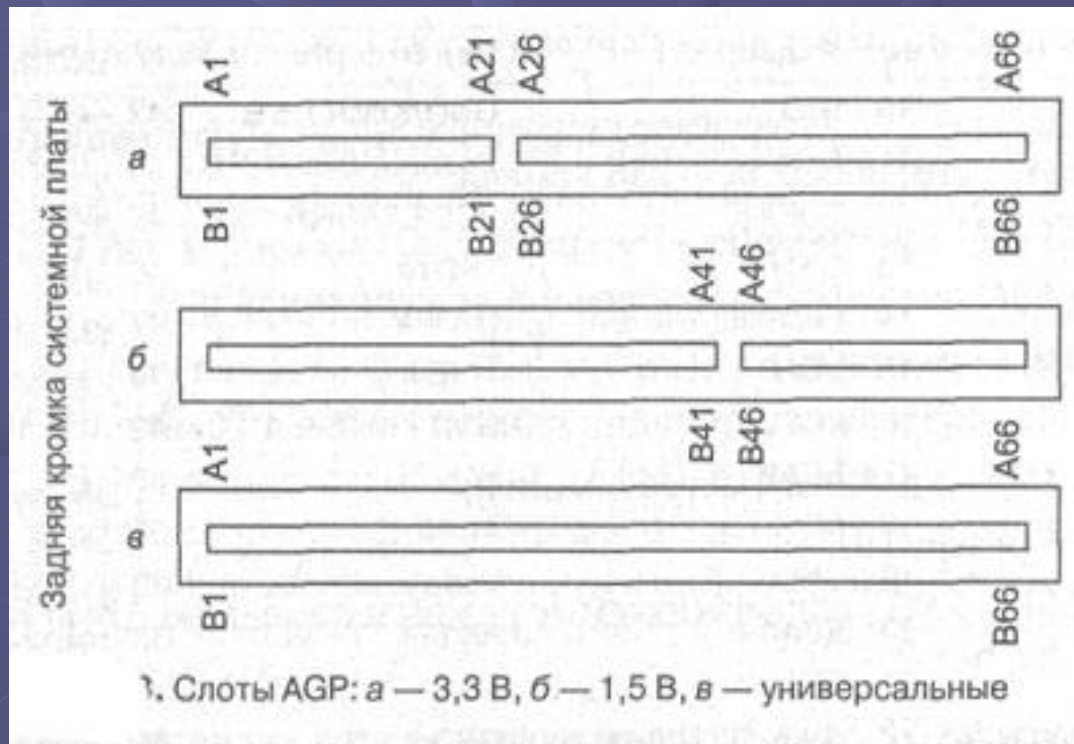
**Архитектура компьютера с шиной AGP**

Порт AGP может использовать два возможных номинала питания интерфейсных схем: 3,3 В и 1,5 В. Снижение напряжения питания буферных схем позволяет повысить достижимую частоту переключений. Для режимов 1x и 2x может использоваться любой из номиналов питания буферов, для режима 4x — только 1,5 В.

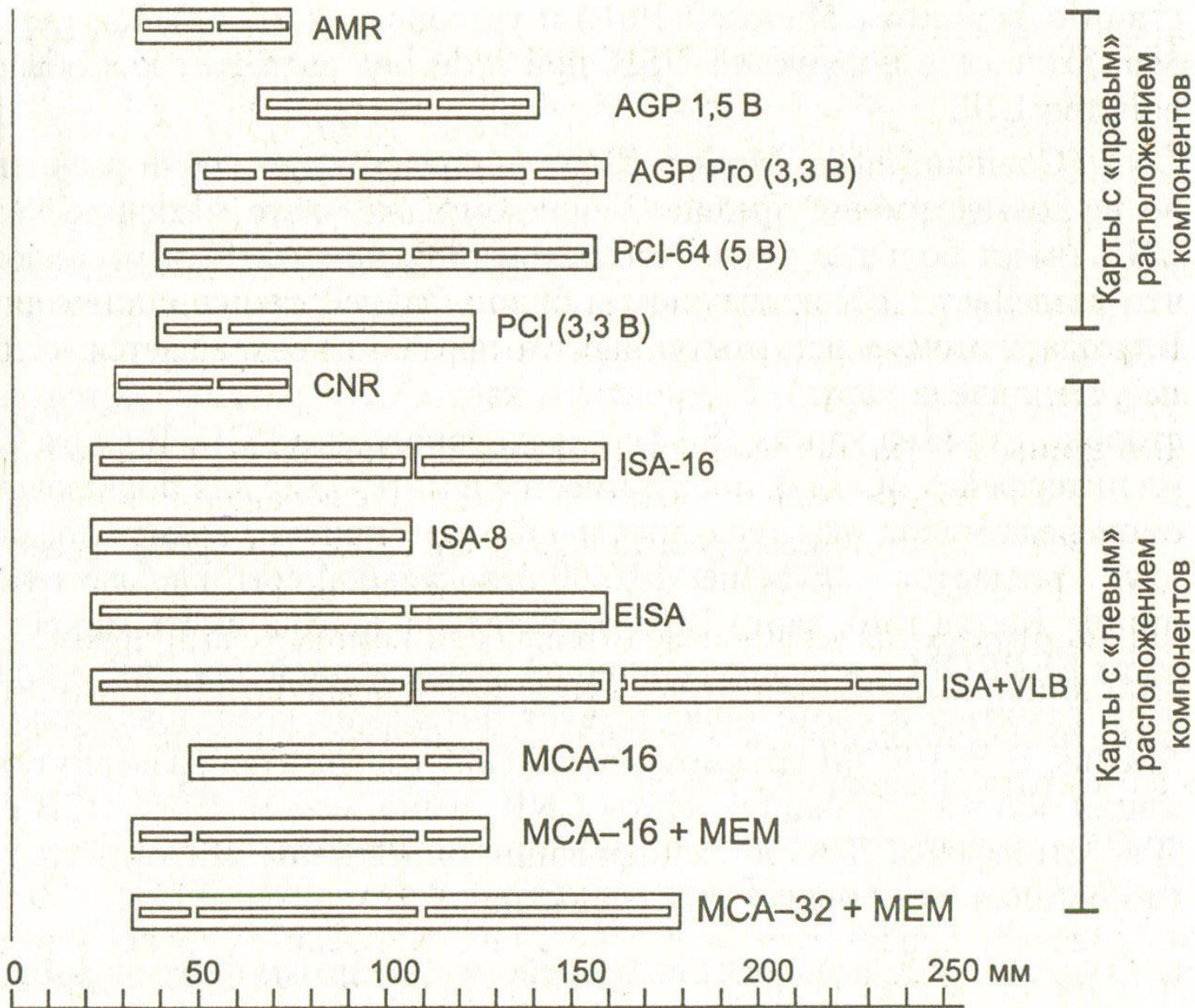
По уровню питания буферов карты и порты AGP могут быть трех типов: 3,3 В, 1,5 В и универсальные, причем имеются механические ключи, предотвращающие ошибочные подключения. Слот и карта 3,3 В имеют ключи на месте контактов 22-25 слот и карта 1,5 В — на месте контактов 42-45.

Универсальный слот не имеет перегородок, а универсальная карта имеет оба выреза. Некоторые карты и разъемы могут оснащаться защелкой.

В совокупности карта AGP Pro может потреблять до 110 Вт мощности, забирая ее по шинам питания 3,3 В (до 7,6 А) и 12 В (до 9,2 А) с основного разъема AGP, дополнительного разъема питания AGP Pro и одного-двух разъемов PCI.



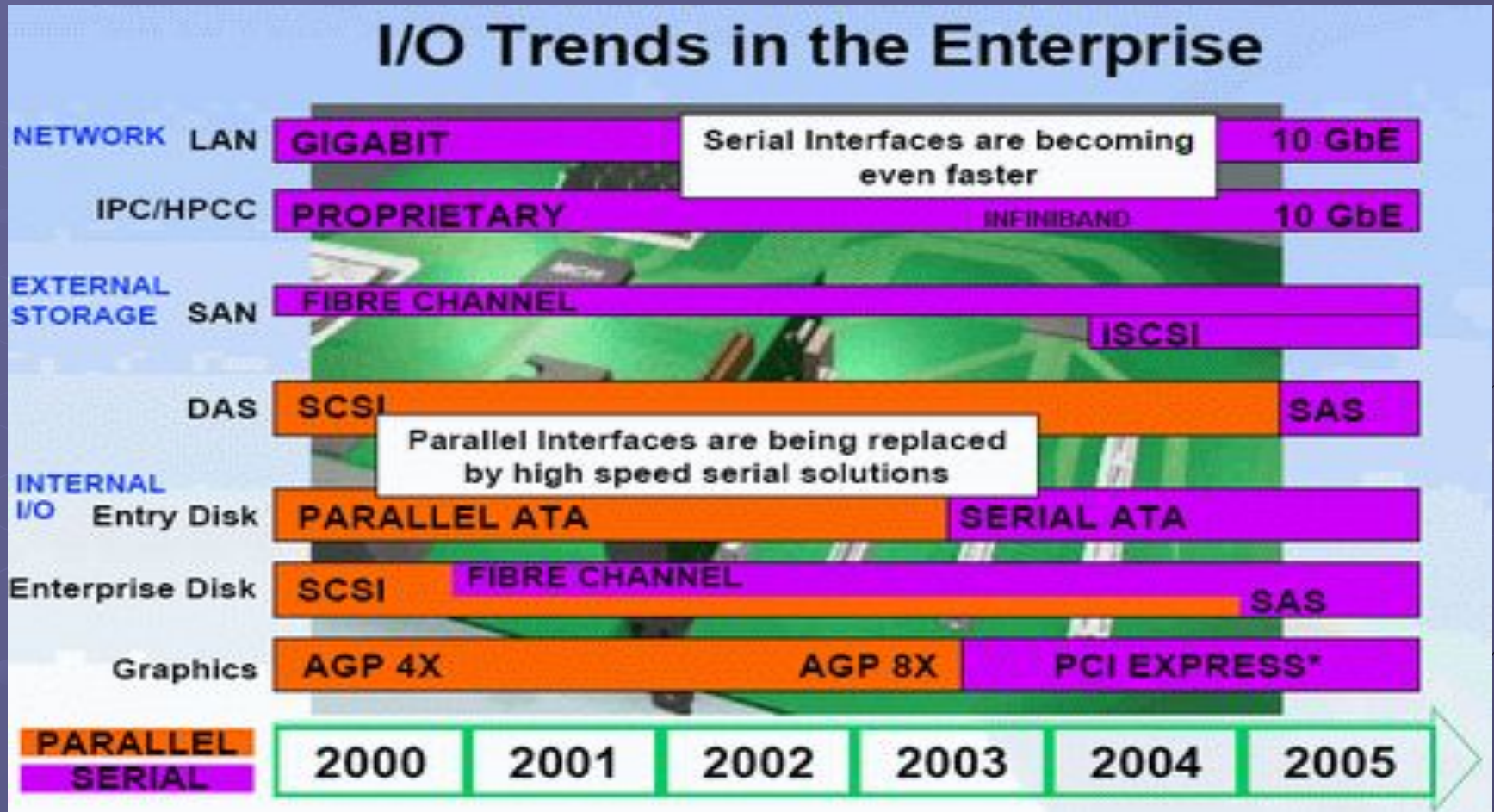
Задняя кромка системной платы



Вид и положение слотов шин расширения



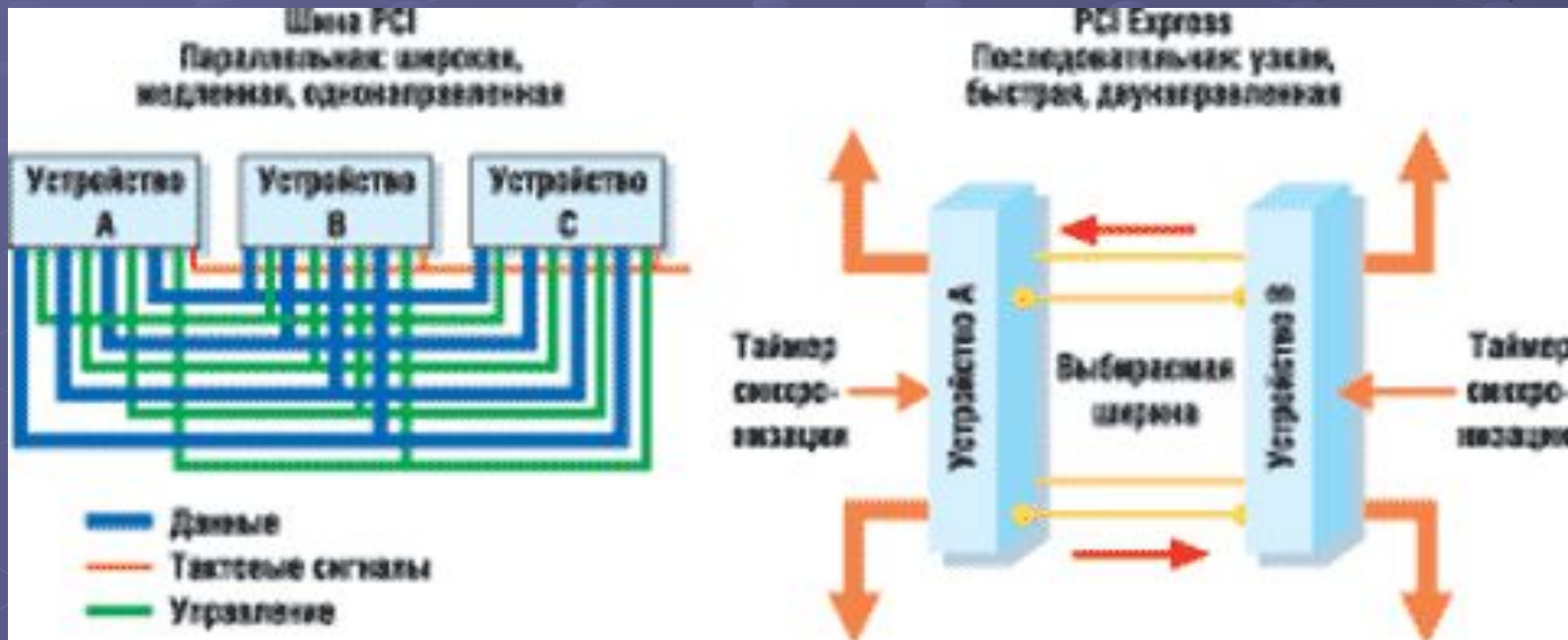
В последнее время определилась тенденция к замене параллельных интерфейсов на последовательные (serial)



Среди шин расширения современным представителем последовательных шин является PCI-Express

# PCI-Express

PCI Express предоставляет масштабируемую высокоскоростную последовательную шину ввода-вывода. Многоуровневая архитектура PCI Express поддерживает существующие приложения PCI и драйверы за счет обратной совместимости с существующей моделью PCI. В частности, архитектура PCI Express определяет высокопроизводительную масштабируемую последовательную шину "точка-точка". Канал PCI Express состоит из двух однонаправленных каналов, каждый из которых реализован как пара передачи и пара приема для одновременной передачи в обоих направлениях.

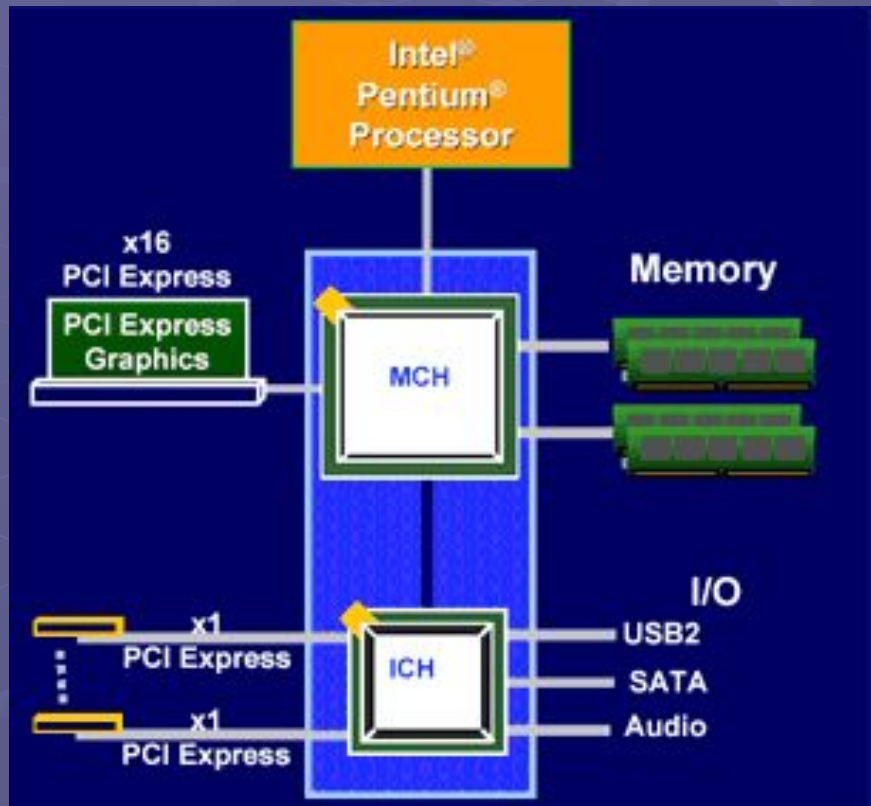


## •Особенности PCI-Express

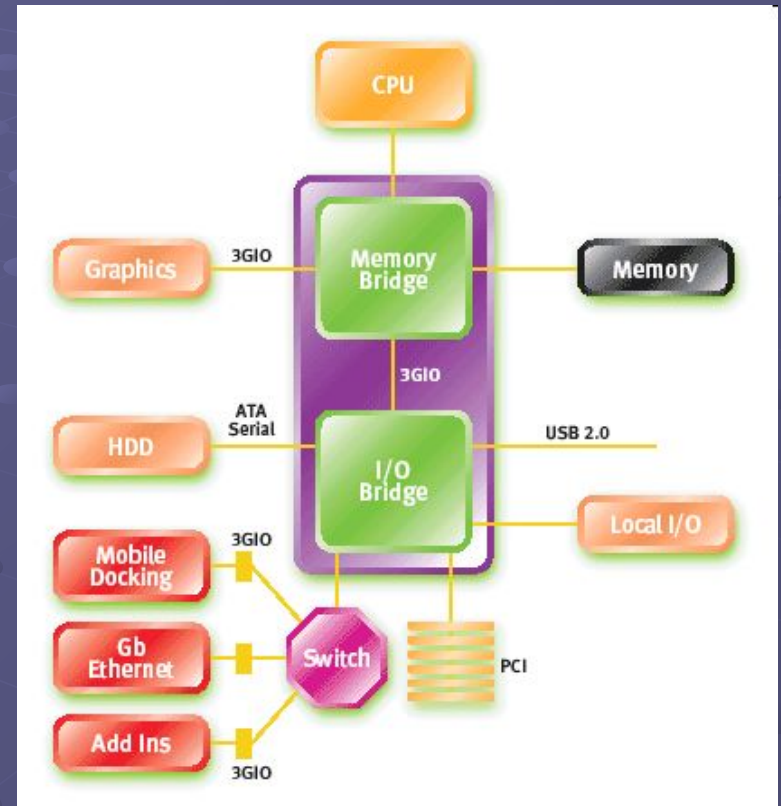
- Сигнальный уровень 0.8 вольт. Каждый канал состоит из двух дифференциальных сигнальных пар (необходимо только 4 контакта)
- Используется избыточное защищенное от помех кодирование — каждый байт при передаче представляется десятью битами;
- Пропускная способность 2.5 Гигабита (250 МБ) в секунду для одного канала в каждом направлении одновременно (полный дуплекс), однако, следует учесть, что эффективная скорость передачи данных за вычетом избыточного кодирования составляет 2 Гигабита (200 МБ) ровно;
- Стандартизованы 1, 2, 4, 8, 16 и 32 канальные варианты (до 6.4 эффективных Гигабайт в секунду соответственно, при передаче в одну сторону и вдвое больше при передаче в обоих направлениях). При передаче данных они передаются параллельно (но не синхронно) по всем доступным каналам
- Стандарт предусматривает и альтернативные носители сигнала, такие как оптические волноводы;
- Возможность динамического подключения и конфигурации устройств;
- Возможность распознавания и использования альтернативных (улучшенных) протоколов обмена.
- Управление в PCI Express позволяет уменьшить энергопотребление, если шина не активна (т. е. данные не пересылаются между компонентами и периферийными устройствами).
- В PCI Express реализована оригинальная поддержка для горячей замены периферии ввода-вывода. Единая программная модель может использоваться для всех форм-факторов PCI Express.



Самый простой вариант перехода на PCI-Express для стандартных по архитектуре настольных систем выглядит так



Классический PC с двумя мостами



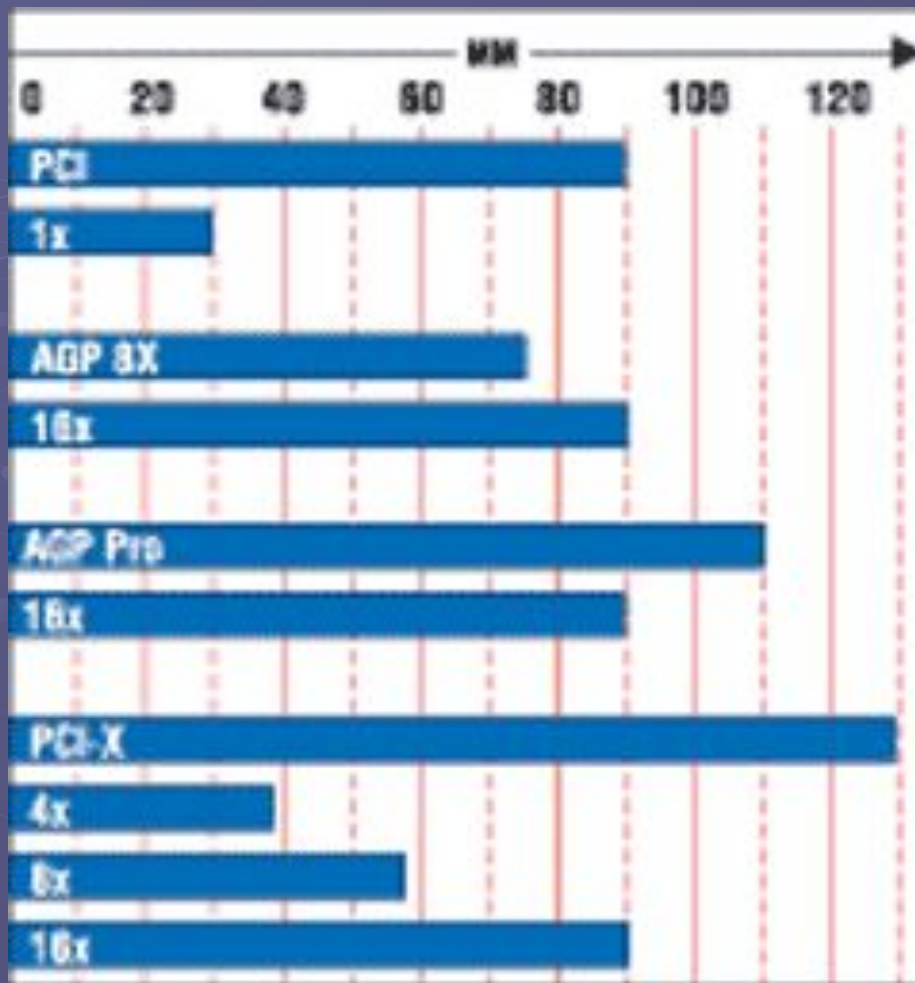
# Форм-факторы и разъемы PCI-Express

Выпускаемые сейчас стандартные и низкопрофильные карты PCI используются на различных платформах, включая серверы, рабочие станции и настольные ПК. PCI Express также определяет стандартные и низкопрофильные карты, которые могут заменить устаревшие карты PCI и сосуществовать с ними. Эти карты имеют те же размеры, что и карты PCI, и оборудованы задними скобами для внешних кабельных соединений.

Карты PCI и PCI Express отличаются соединителями ввода-вывода - разъем x1 PCI Express имеет 36 контактов, а у стандартного соединителя PCI их 120.

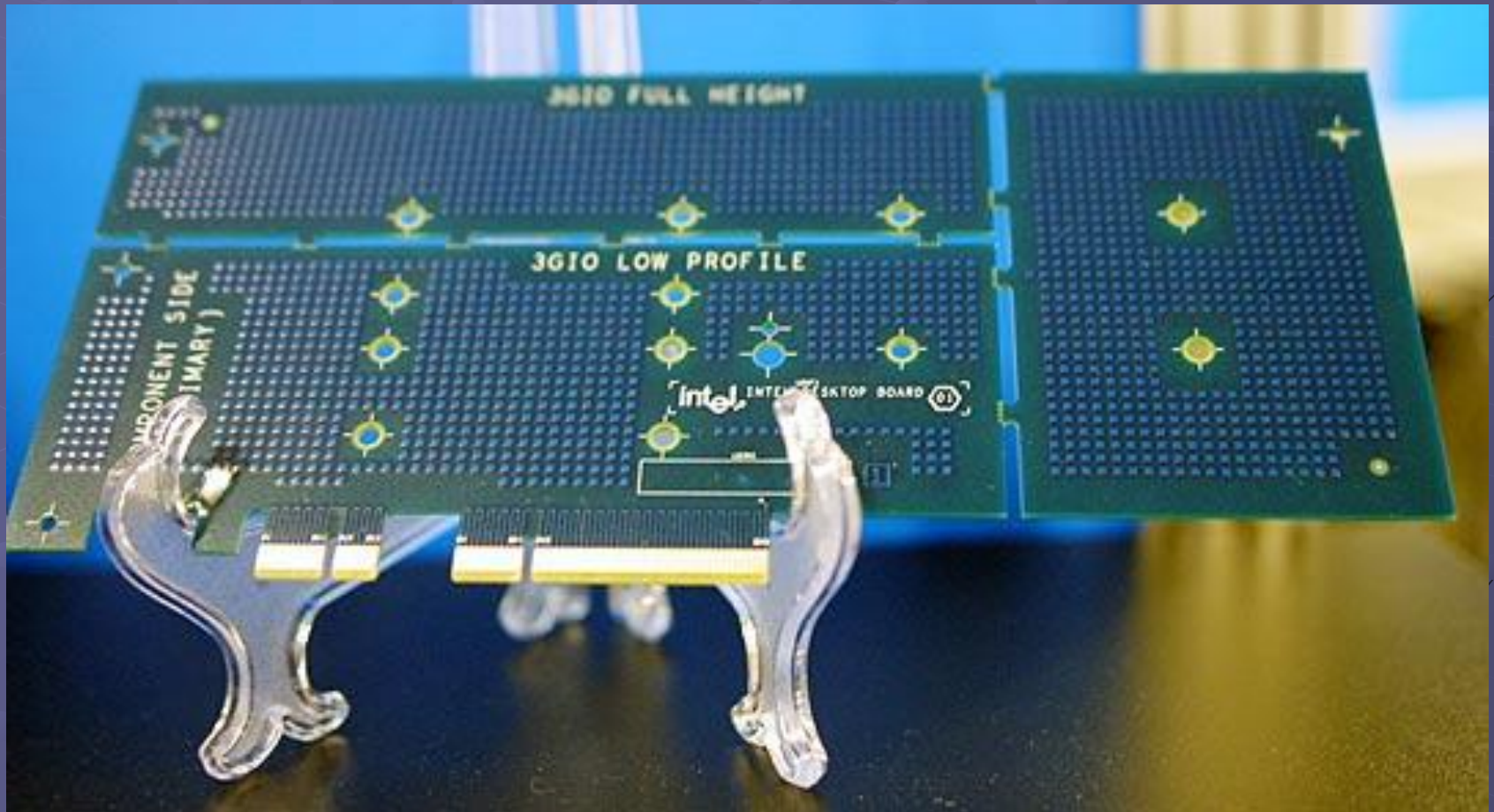
Коннектор x1 PCI Express намного меньше, чем у карты PCI Card. Рядом с разъемом PCI Express расположена маленькая заглушка, которая не позволяет вставить его в слот PCI.

Стандартные и низкопрофильные форм-факторы также поддерживают реализации x4, x8 и x16. На рисунке показаны размеры соединителей PCI в сравнении с разъемами PCI, AGP 8X и PCI-X, которые они заменяют на системной плате.



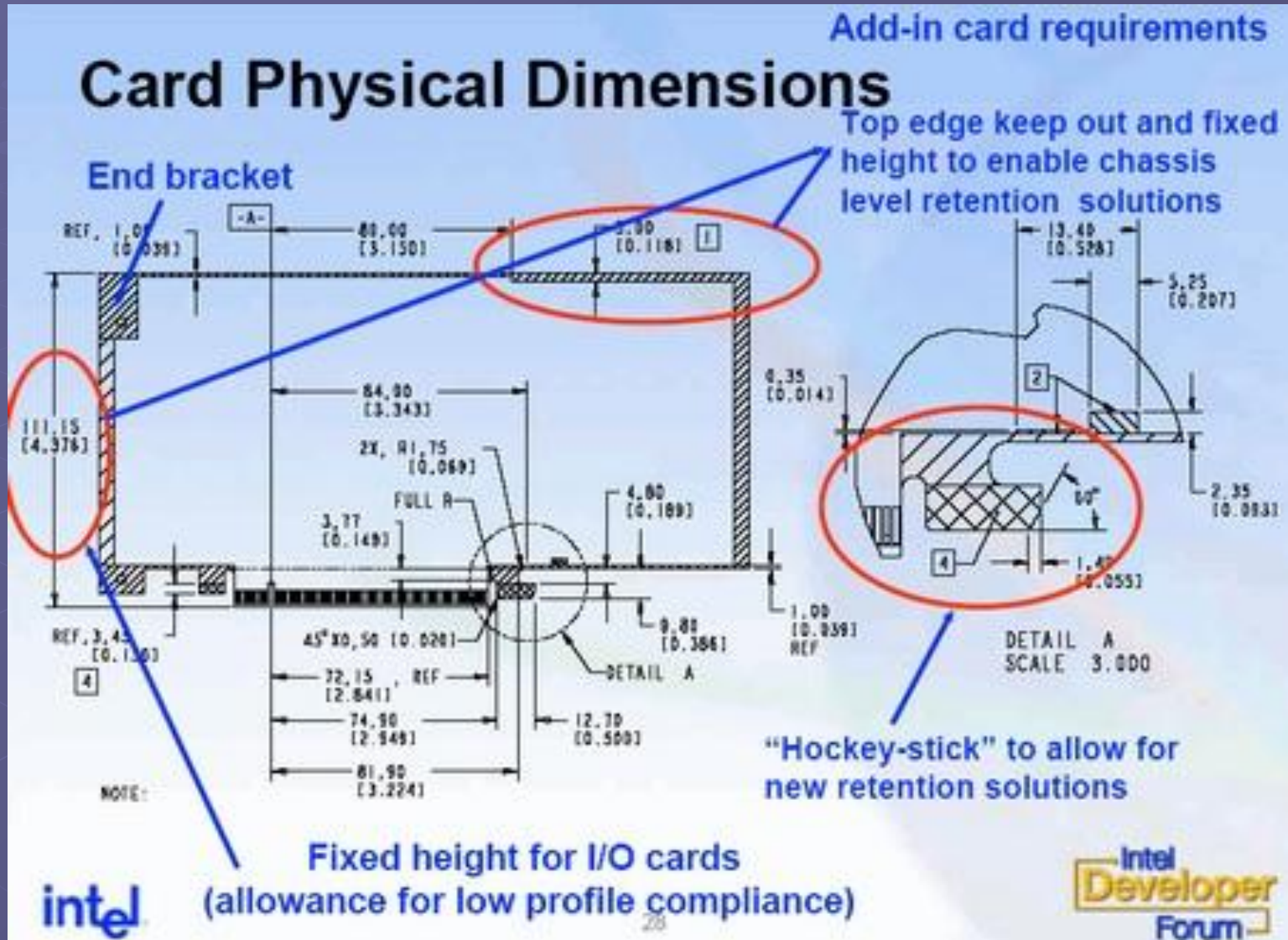
## Плата PCI-Express

Стандарт предусматривает платы нескольких размеров, в т.ч. низкопрофильные (low profile) и полноразмерные (full height). На рисунке показана заготовка для полноразмерной платы. Низкопрофильная получается из нее удалением верхней и боковой частей.

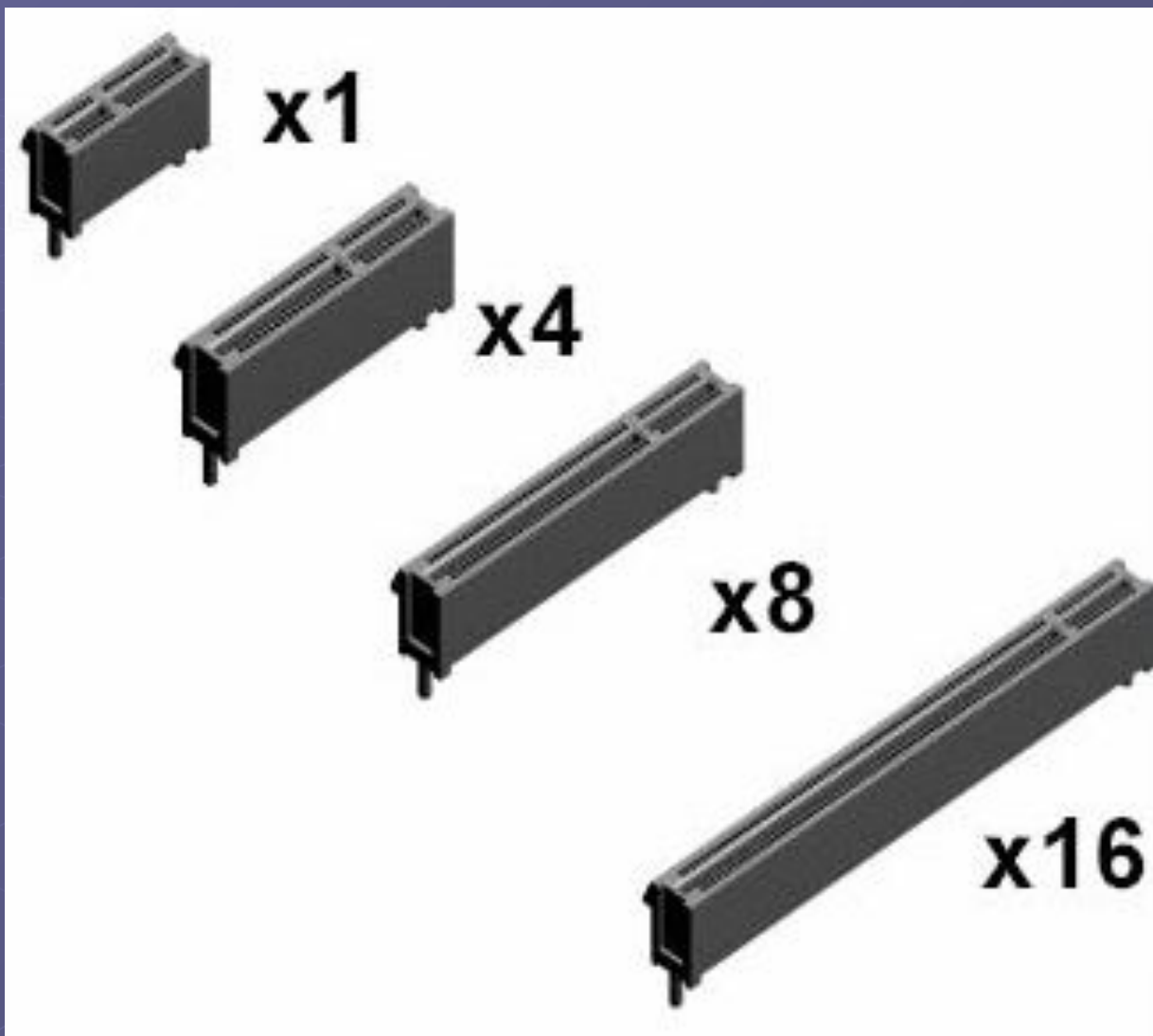




# Спецификация плат для PCI-Express



# Разъемы PCI-Express



Версии PCI Express будут внедряться в зависимости от ставящихся перед интерфейсом задач и типом устройства. Например, серверы, где востребована максимальная пропускная способность, будут оборудованы максимальным количеством слотов PCI Express с максимальными показателям. В то же время, для нужд ноутбуков в большинстве случаев будет достаточно архитектуры PCI Express x1. Для настольных ПК и рабочих станций понадобится комбинация из различных вариантов реализации шины.

## Scalable Connectors Conserve Space

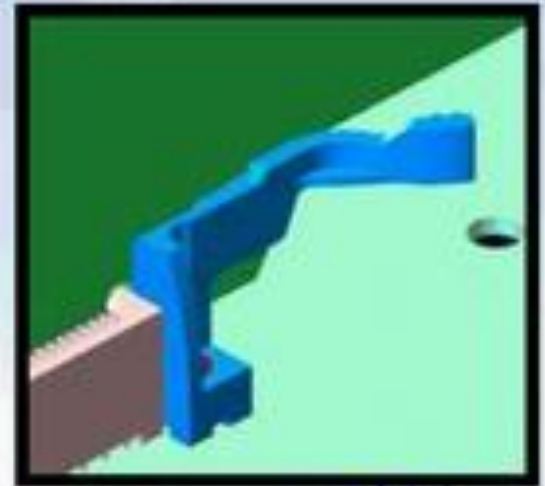
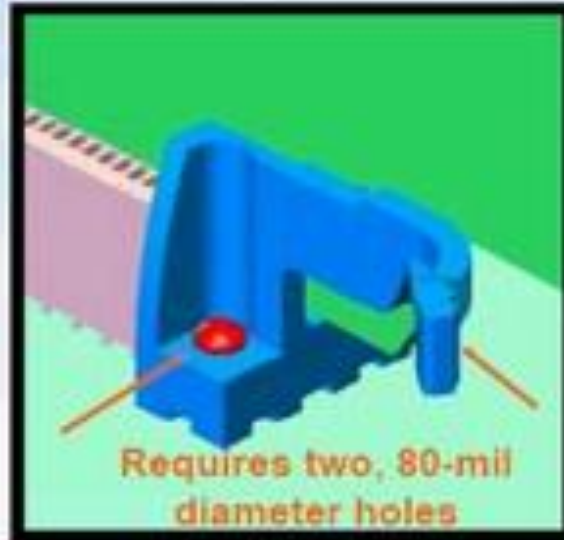
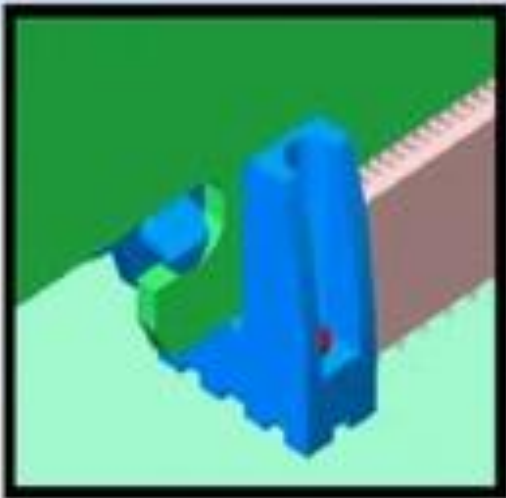


Performance Point		Connector Length: mm (inches)	
PCI Express	x1	25.00	(0.984)
	x4	39.00	(1.535)
	x8	56.00	(2.205)
	x16	89.00	(3.504)
32b PCI		84.84	(3.400)
64b PCI/PCI-X		128.02	(5.040)





Совершенно новые требования выдвигаются к механическим показателям PCI Express. Для того, чтобы периферийные платы не имели возможности вывалиться из слота при вибрации или транспортировке, разработаны повышенные требования к защелкам и крепежу разъемов PCI Express.



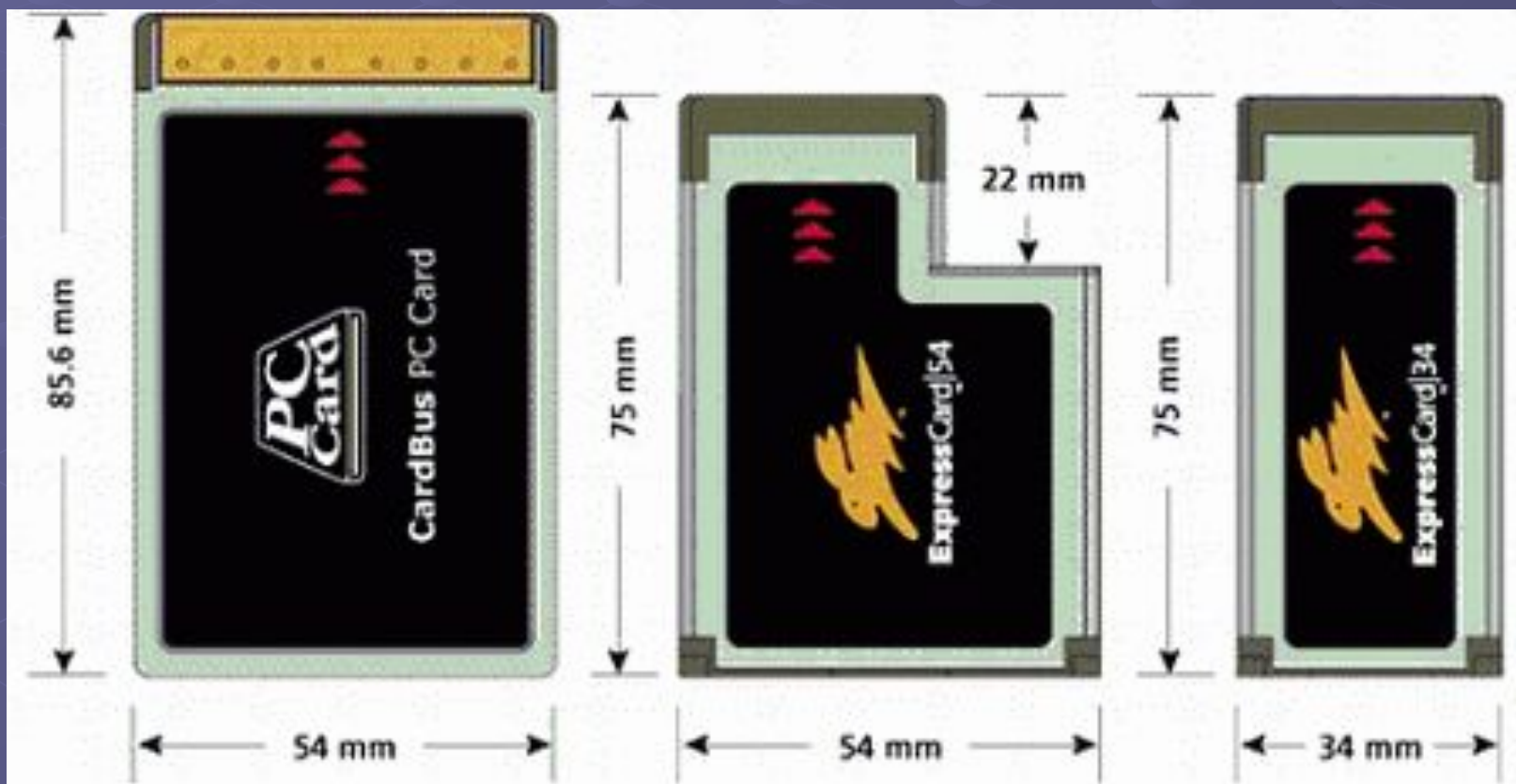
intel

### Hockey-Stick Retention Mechanism

\*Other names and brands may be claimed as the property of others

Intel  
Developer  
Forum

Особняком стоит реализация PCI Express для мобильных устройств в виде стандарта ExpressCard. Первыми поддержку модулей этого подстандарта получат ноутбуки и миниатюрные настольные ПК, хотя, уже известны случаи представления концепций серверных плат с разъемом ExpressCard. основное преимущество применения таких модулей - подключение периферии практически без нужды использования крепежного инструмента, а также инсталляции дополнительных драйверов. Технология ExpressCard заменит собой все устаревшие параллельные шины, в результате останутся только три современных интерфейса - PCI Express, USB 2.0 и FireWire



# Преимущества PCI-Express

- *Высокая производительность* – повышение пропускной способности версии x1 как минимум вдвое по сравнению с PCI, возможность линейного наращивания производительности путем линейного расширения шины. Помимо этого, PCI Express является реально дуплексной шиной.
- *Упрощение разводки периферии* – стандартизация там, где ранее использовались всевозможные варианты PCI - AGP, PCI-X и др.; снижение комплексных затрат на разработку и внедрение систем.
- *Уровневая архитектура* – основные затраты на развитие PCI Express в дальнейшем ложатся лишь на разработку соответствующей обвязки, можно экономить на возможности работы с прежним программным обеспечением.
- *Следующее поколение периферии* – PCI Express позволяет реализовать новые возможности обмена данными и мультимедийным контентом за счет изохронной природы передачи (т.е. разнесения отдельных частей сигнала по времени).
- *Простота использования* – производить апгрейд и доработку систем устройствами PCI Express станет значительно легче. Теперь появится возможность использовать PCI Express карты с "горячим" подключением.



# Развитие шин расширения

