

## **Шина PCI Express. Основни характеристики.**

### **1. Общо представяне на шината PCI Express. Архитектурни особености.**

PCI Express е създадена през 2001 г. под името 3GIO (third-generation I/O), като трето поколение на входно-изходните шини. Първото поколение е ISA/AT, а второто - PCI. През 2002 г. официално е одобрена първата спецификация PCI Express 1.0. Спецификацията е надградена до версия 1.1 през април 2005 г. и до версия 2.0 през януари 2007. През 2010 г. се очаква да влезе в действие версия 3.0.

PCI-E е конструкция на много бърза серийна шина, която е обратно съвместима със софтуерните драйвери и управление на съществуващата PCI паралелна шина. PCI Express е един от примерите за това как РС преминава от паралелни към серийни интерфейси.

При паралелните шини се изпращат едновременно битове по няколко паралелни проводници. Колкото повече са проводниците, толкова повече битове се изпращат за един такт и толкова по-висока е пропускателната способност. Проблемът на това решение е, че времето за получаване на паралелните сигнали трябва да бъде еднакво, което се осъществява все по-трудно с увеличаване на бързината и дължината на връзката, поради различните закъснения на сигналите, електромагнитни смущения и др.

Конструкцията на една серийна шина е много по-проста - в дадено време се изпраща само 1 бит по един-единствен проводник, но с много по-висока скорост, отколкото би позволила една паралелна шина, тъй като не съществуват проблеми със синхронизацията. Когато битовете се изпращат серийно (последователно), тактуването на отделните битове или дължината на шината стават значително по-маловажен фактор. Чрез комбиниране на множество серийни пътища може да се осъществи висока пропускателна способност, значително превишаваща възможностите на традиционните паралелни шини.

При PCI Express данните се предават и в двете посоки в дуплексен режим (отделните канали работят едновременно) по два чифта проводници с различни сигнали; тези два чифта проводници се наричат алея (lane). Всяка алея позволява пропускателна способност около 250MB/s във всяка посока, а конструкцията позволява мащабиране от 1 до 2, 4, 8, 16 или 32 алеи. Например една конфигурация с висока пропускателна способност, изградена от 8 алеи, позволява във всяка от посоките да се предават едновременно по 8 бита, което прави пропускателна способност от 2000MB/s (във всяка посока), а се използват само 40 извода (32 за отделните чифтове проводници за данни и 8 за управление). Конфигурация с 16 алеи позволява да бъдат изпращани едновременно 16 бита във всяко направление, което осигурява 2000MB/s.

PCI Express 1.0 и 2.0 използват разработената от IBM схема за кодиране "8 бита към 10 бита", което прехвърля 8 бита данни на всеки изпратени 10 бита (коефициент 0.8). PCI Express 3.x използва по-ефективното 128b/130b кодиране, което прехвърля 128 бита данни на всеки изпратени 130 бита (коефициент 0,98). Тези схеми на кодиране позволяват самотактуване на сигналите, което значително се различава от синхронното тактуване. Самотактуването позволява лесното повишаване на тактовата честота за в бъдеще. Началната честота е 2.5GHz и спецификацията позволява повишаването ѝ до 10 GHz, което е физическата граница на медните връзки.

Комбинирането на повишаването на честотата с увеличаването на броя на алеите до 32 би позволило достигането в бъдеще на пропускателна способност до 32 GB/s.

PCI Express е проектирана да подсили и евентуално да замести много от шините, използвани сега в РС. Тя не само ще бъде допълнение към PCI (и евентуално неин заместник), но може също да се използва за да замени съществуващата хъбова архитектура на Intel, хипертранспортната връзка (HyperTransport) и подобни високоскоростни интерфейси между компонентите на чипсета на дънната платка. Допълнително тя ще замести видео интерфейсите като AGP и ще действа като междинна шина за присъединяване на други интерфейси като Serial ATA, USB 2.0, 1394b (наричана още FireWire или i.LINK), Gigabit Ethernet и др. Докато за пълната замяна на PCI с PCI Express ще бъде необходим известен преходен период, то PCI Express x16 вече напълно е заместила AGP 8x.

Тъй като PCI Express може да се реализира не само на платката, а и чрез кабели, тя може да се използва за да създаде мощни компютърни системи, конструирани чрез отдалечени компоненти. Например, може процесорът, дънната платка и оперативната памет да са в малка кутия, скрита под масата, а в друга кутия, която е върху масата, за да се достига лесно, да се поставят видеокартата, дисковите устройства и входно-изходните портове. Това би позволило да се изграждат разнообразни гъвкави компютърни системи.

## 2. Основни характеристики.

Основните характеристики на PCI Express са следните:

- Съвместимост със съществуващите PCI приложения и драйвери
- Физическо свързване посредством медни проводници, оптични проводници или друг физически носител, позволяващ бъдещи схеми за кодиране.
- Опростена конструкция на шината, която позволява малки форм-фактори, ниска цена, опростена конструкция на платките и пистите по тях, както и по-малко проблеми с интегритета на сигналите.
- използва разработената от IBM схема за кодиране "8 бита към 10 бита" (а във версия PCIe 3.0 - 128 към 130 бита), която позволява самотактуване на сигналите и ще позволи лесното повишаване на тактовата честота за в бъдеще.
- Максимална пропускателна способност за извод, която позволява скорост на шината 2,5 GHz за PCIe 1.0, 5 GHz за PCIe 2.0 и 8 GHz за PCIe 3.0 (очаква се да навлезе през 2010 г.), като спецификацията позволява тази честота да достигне до 10 GHz в бъдещи реализации.
- Възможности за увеличаване на пропускателната способност. Честотната лента (пропускателната способност) нараства много лесно с увеличаване на тактовата честота и ширината (броя на сигналните линии). PCI-E протоколът определя следните стандартни широчини на връзките – x1, x2, x4, x8, x12, x16 и x32, които дефинират броя на алеите. Честотната лента е 250 MB/s за 1 алея до 8GB/s за 32 алеи при версия PCIe 1.0. При PCIe 2.0 честотната лента за 1 алея е 500 MB/s, а при очаквания PCIe 3.0 се предвижда да бъде около 1000 MB/s.
- Ниска латентност, подходяща за приложения, изискващи изохронно (чувствително спрямо времето) доставяне на данните, като например поточно видео.
- Възможности за Plug and Play, горещо включване (hot plugging) и гореща смяна (hot swapping). Това позволява да се добавят устройства, докато компютърът работи и без да са необходими допълнителни настройки.
- Енергоспестяващи функции (функции за управление на енергията).

- PCI-E използва point to point топология, като всяко устройство има собствена, независима връзка (link). За разпределяне на ресурсите между устройствата се използва общ превключвател (switch), който разбива потока от данни на отделни пакети и ги насочва между комуникиращите устройства. Превключвателят има свойството Quality of Service (QoS), което позволява контролиране на приоритета на различните пакети.

### 3. Спецификации и режими на работа на PCI Express

Съществуват следните основни спецификации на PCI express (табл. 1):

Табл.1 Спецификации на PCI Express

Тип на шината	Широчина на шината (битове)	Скорост на шината (MHz)	Даннови цикли на такт	Пропуск. способн. (MB/s)
PCI Express 1.x	1	2500	0.8	250
PCI Express 1.x	2	2500	0.8	500
PCI Express 1.x	4	2500	0.8	1000
PCI Express 1.x	8	2500	0.8	2000
PCI Express 1.x	16	2500	0.8	4000
PCI Express 1.x	32	2500	0.8	8000
PCI Express 2.x	1	5000	0.8	500
PCI Express 2.x	16	5000	0.8	8000
PCI Express 2.x	32	5000	0.8	16000
PCI Express 3.x	1	8000	~0.98	1000
PCI Express 3.x	16	8000	~0.98	16000
PCI Express 3.x	32	8000	~0.98	32000

*PCI Express 1.x и 2.x използват 8b/10b кодиране, което прехвърля 8 бита данни на всеки изпратени 10 бита.*

*PCI Express 3.x използва 128b/130b кодиране, което прехвърля 128 бита данни на всеки изпратени 130 бита.*

### 4. Сравнителна характеристика между шини PCI/PCI-X и PCI-E.

Характеристика	PCI/PCI-X	PCI Express
Вид шина	Паралелна, широка	Серийна, тясна, осигуряваща мащабируема производителност
Направление на връзката	еднопосочна	двупосочна
Честота (скорост)	33 MHz за PCI до 133 MHz за PCI-X	2,5 GHz, като спецификацията позволява тази честота да достигне до 10 GHz в бъдещи реализации

Пропускателна способност	Сравнително ниска – 133 MB/s за PCI до 4266 MB/s за PCI-X 533	Висока – 250 MB/s до 32000 MB/s
Връзка на устройствата	Споделена шина	Връзка „точка до точка” (Point-to-point), като всяко устройство има независима връзка
Латентност (или закъснение) в сървърните архитектури		Малка – PCI Express осигурява по-директна връзка със северния мост, отколкото PCI-X
Хардуерна реализация		Малки конектори и в повечето случаи полесна реализация за системните проектанти
Plug and Play	Да	Да
Горещо включване/замяна на устройствата;	Не	Да
Усъвършенствани характеристики		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quality of service (QoS) с изохронни канали за гарантирана честотна лента, когато е необходимо;</li> <li>• Управление на енергията;</li> </ul>

#### 5. Сравнителна характеристика между шината PCI Express и ускорения графичен порт AGP.

В съвременните компютри шината PCI Express е изместила почти напълно ускорения графичен порт AGP. Причините за това са следните:

- x16 PCI-E има по-голяма пропускателна способност от AGP 8x (8GB/s срещу 2GB/s);
- слотът x16 PCI-E може да осигури 75 W енергия на видеокартата, срещу 25 W/ 42 W на AGP 8x;
- дънна платка с две x16 PCIe връзки може да поддържа два графични адаптера едновременно, за разлика от AGP 8x, който може да поддържа само един. Например две графични карти се поддържат от NVIDIA Scalable Link Interface (SLI), като всяка карта управлява половината от екрана;
- към PCI-E може да се включват и други устройства, а не само видеокарти;
- по-ниска цена на PCIe видеокартите в сравнение с AGP

#### Литература

1. Мюлер, Скот. Компютърна енциклопедия. 14-то издание. С., СофтПрес, 2002.
2. Mueller, Scott Upgrading and Repairing Pcs, 19th Edition. USA, Que, 2009.
3. Сайт на PCI-SIG [www.pcisig.org](http://www.pcisig.org).