

Светлое будущее новых технологий *Intel*

David Cohn (CAD CAM Net)

Copyright 2004, Cyon Research Corporation

Последний понедельник июня 2004 года существенно изменил будущее компьютерных систем на базе архитектуры *Intel*. В этот день компания **Hewlett-Packard** объявила о выпуске новой линейки персональных рабочих станций, возвещающей о двух новых стандартах в аппаратном обеспечении: новой шине **PCI Express** и новой технологии *Intel Extended Memory 64 (Intel EM64T)*.

В этот же день **NVIDIA** объявила о выходе новой линейки профессиональных графических акселераторов *Quadro*, использующих шину *PCI Express*. Компания **ATI** стартовала до свистка и объявила о своей новой серии видеокарт *Visualization* для *PCI Express* еще первого июня. Следом за ней в середине июня о своей новой карте *Wildcat Realizm 800* объявила компания **3Dlabs**.

Эти и другие новинки знаменуют собой начало конца для множества технологий, с которыми мы жили в течение достаточно долгого времени. Для графики появление *PCI Express* означает конец *AGP*, который на профессиональных рабочих станциях будет быстро вытеснен новым стандартом. Результаты появления новых процессоров и переход на 64-битные вычисления будут сказываться несколько более постепенно.

64 больше, чем 32

Как известно, сегодняшние 32-битные компьютеры могут управлять только 4 Gb адресуемой памяти. Для сравнения, процессор типа *Intel Itanium*, поддерживающий 64-битную виртуальную память, может обращаться к 16 Eb или $\approx 18.45 \times 10^{18}$ байтам адресуемой памяти (в предыдущих статьях о процессорах экзабайты были ошибочно названы терабайтами, за что мы приносим извинения читателям. Это действительно пока еще достаточно экзотические единицы измерения, хотя еще в 1975 году Генеральная конференция мер и весов ввела префикс “экса” для обозначения квинтиллиона, т.е. 10^{18} или, в нашем бинарном случае, 2^{60} . Кстати сказать, большие буквы в сокращенном обозначении этих префиксов при употреблении с байтами как раз и должны напоминать, что речь идет о кратности “двоичной тысяче”, т.е. 1024, хотя путаницы тут много. Каждый программист, как известно, уверен, что в километр входит ровно 1024 метра, даже если он и не обозначается как *Km*. – Прим. ред.).

Новые процессоры с технологией *EM64T* поддерживают 48-битную виртуальную и 40-битную физическую память, поэтому они могут получать доступ к 256 Tb (терабайтам) виртуальной и 1 Tb физической памяти. Такое увеличение объема доступной памяти особенно положительно скажется

на приложениях, которые:

- требуют больших объемов памяти (например, приложения для моделирования физических или химических процессов);
- одновременно работают с большим количеством пользователей или потоков (например, большие базы данных или хранилища данных CRM-, SCM- и ERP-систем);
- требуют высокой математической точности данных – как, например, в системах моделирования;
- создают цифровой контент – к примеру, CAD-, CAM- и CAE-системы.

Таким образом, для читателей *CAD CAM Net* 64-битная технология вычислений *EM64T* будет иметь крайне важное значение.

В прошлом году конкурент *Intel* – компания **AMD** – представила собственные 64-битные процессоры *Athlon 64* и *Opteron*, в которых использовалось 64-битное расширение набора инструкций *x86*. В отличие от *Intel Itanium*, который является чисто 64-битным и требует чисто 64-битной операционной системы, процессоры *AMD64* и новые кристаллы с *EM64T* от *Intel* просто расширяют набор инструкций *x86*. Они предоставляют возможность 64-битных вычислений при сохранении совместности с 32-битными приложениями и операционными системами.

Вначале компания *Intel* отрицала необходимость следовать такому примеру, но затем разработала собственное 64-битное расширение. Технология *EM64T* доступна сейчас в новейших процессорах *Xeon* (кодовое название *Nocona*). Также *Intel* выпустила новый набор логики *E7525* (кодовое название – *Tumwater*), поддерживающий как этот процессор, так и шину *PCI Express*. Кроме того (для поддержки *PCI Express* в новых системах на базе *Pentium*), выпускается чипсет *925X* (кодовое название – *Alderwood*). В этом же году компания обещает сделать и новый процессор *Pentium*, поддерживающий технологию *EM64T* (кодовое название – *Prescott*).

Вот эти процессоры и технологии поддерживаются в новых рабочих станциях **HP**.

Новые рабочие станции **Hewlett-Packard**

Стремясь захватить лидерство в использовании новых технологий *EM64T* и *PCI Express*, компания **HP** выпустила три новые графические рабочие станции. Системы *xw8200* и *xw6200* опираются на новый чипсет *Intel E7525* и один или два процессора *Xeon* с технологией *EM64T*. Рабочая станция *xw6200* поддерживает до 8 Gb оперативной памяти, а *xw8200* сможет вместить до 16 Gb

памяти, как только станут доступны DIMM объемом 2 Gb. Модель HP xw4200 использует набор логики Intel 925X и один процессор Pentium 4. Эта система позволяет установить до 4 Gb оперативной памяти и сможет поддерживать технологию EM64T как только Intel выпустит процессор Prescott.

Все три рабочие станции имеют системную шину с частотой 800 MHz и интегрированный контроллер жесткого диска Serial ATA с поддержкой RAID. Каждая из станций включает в комплект один графический слот PCI Express и один (или более) слот расширения PCI Express, а также традиционные слоты PCI. В дальнейшем HP планирует предлагать ряд графических карт под PCI Express от NVIDIA и ATI, ну а в качестве альтернативы – новую карту 3Dlabs Wildcat Realizm 800.



Новые графические рабочие станции HP xw4200 (на иллюстрации), а также xw6200 и xw8200 используют новые процессоры, поддерживающие EM64T, и графику на основе шины PCI Express

Первоначально в комплектации будут процессоры с максимальной частотой 3.4 GHz. По мере снижения цен на процессоры HP перейдет на 3.8 GHz. Процессоры с частотой 4.0 GHz ожидаются к концу года.

Все три модели работают с операционными системами Windows XP Professional и Red Hat Enterprise Linux WS 3.0. Ориентировочная розничная цена этих рабочих станций в США примерно такая: xw6200 – 1 400 долл.; xw8200 – 1 800 долл.; xw4200 – 850 долларов.

В чем преимущества 64-битных систем

Хотя для приложений, требующих более 4Gb оперативной памяти, выигрыш от использования новых технологий может быть получен немедленно, реальный эффект будет ощутим только после выполнения ряда условий. Во-первых, разработчики программного обеспечения должны перекомпилировать свои приложения таким образом, чтобы они могли использовать преимущества новых процессоров. Во-вторых, пользователи должны использовать эти приложения с новой 64-битной

операционной системой.

Intel выделяет три режима работы своих процессоров с поддержкой EM64T:

1 **Legacy Mode** – наследство прошлого. Процессор, как и прежде, работает с 32-битной операционной системой и такими же 32-битными приложениями. Никакой выгоды от EM64T пользователи при этом не получают.

2 **Compatibility Mode** – режим совмещения. Процессор работает с 64-битной ОС и 32-битными приложениями. Для аппаратного обеспечения требуются 64-битные драйверы. При этом операционка будет видеть 64-битное расширение, а 32-битные приложения – нет. Перекомпилировать существующие приложения не нужно, ну а вот смогут ли они извлечь пользу из многобитности – это будет зависеть от конкретного случая. Приложения, вероятно, должны будут заново пройти сертификацию для работы с новой 64-битной ОС.

3 **64-bit Mode** – процессор работает с 64-битной ОС и столь же 64-битными приложениями. Для “железа” потребуются 64-битные драйверы. Приложения должны быть модифицированы для использования 64-битных операций, перекомпилированы и заново сертифицированы.

Что касается ОС, то Red Hat уже выпустила версию Red Hat Enterprise Linux с поддержкой технологий EM64T и AMD64. Релиз SuSE LINUX 9.1 Professional также включает полностью переработанную 64-битную версию для компьютеров с AMD64 и Intel EM64T. Пользователям Windows, составляющим большинство, придется подождать несколько дольше, прежде чем им станут доступны реальные преимущества 64-битности. Известно, что 64-битная версия Windows XP в настоящее время находится в стадии бета-тестирования. Microsoft обещает выпустить рабочую версию Windows XP 64-Bit Edition к концу года. Только тогда мы увидим, как разработчики CAD/CAM/CAE смогли использовать новый потенциал.

PCI Express супротив AGP

И по сей день практически всё в компьютере подключается через систему ввода/вывода, которая была создана еще в начале 90-х годов. Шина PCI (Peripheral Components Interconnect), с которой мы жили в течение более 10 лет, – это параллельная 32-битная шина, работающая с частотой 33 MHz и обеспечивающая пропускную способность 133 Mb/s. Новая последовательная шина PCI Express (в девичестве известная как 3GIO, т.е. ввод/вывод третьего поколения) разработана для того, чтобы в конечном счете заменить старую и взять на себя задачу по связи компонентов внутри компьютера на ближайшее десятилетие.

Вследствие того, что PCI изначально была неприемлема для любого серьезного графического

приложения, был разработан стандарт *Accelerated Graphics Port (AGP)* – фактически это высокоскоростная *PCI*, оптимизированная для графических ускорителей. Первая версия *AGP* представляла собой 32-битную шину, работающую с частотой 66 MHz, которая имела пиковую пропускную способность 266 Mb/s. Затем последовали модернизации: *AGP 2X* с удвоенной тактовой частотой, обеспечивающая 533 Mb/s; *AGP 4X* с тактовой частотой, увеличенной в четыре раза для достижения пропускной способности до 1 Gb/s; ну и, наконец, *AGP 8X*, у которой теоретическая пропускная способность выросла до 2.1 Gb/s (в направлении от памяти к видеоадаптеру).

Однако, как бы то ни было, эпоха многожилых шлейфов заканчивается. В отличие от развития архитектуры процессоров, переход от параллельных шин к последовательным является сейчас общеиндустриальной тенденцией. Фактически вся потребительская периферия уже перебралась на последовательное соединение, а *USB* стал общепринятым стандартом. Хотя с параллельными шинами передачи данных процессору работать проще и они обеспечивают лучшую производительность при меньшей частоте, масштабировать их на высокие частоты трудно – слишком сильно повышаются требования к физической разводке шины, заметно возрастает латентность (задержки, вызванные необходимостью согласовать по времени “одновременные” сигналы во всех проводах шины), да и места они физически занимают много. Сегодня дешевле сделать более сложный кристалл контроллера шины, заложив в него максимум функциональности (“горячее” подключение, протоколы маршрутизации и защиты от ошибок, последовательное кодирование и прочее, необходимое для выжимания из пары проводов требуемой топологической гибкости и приличной полосы пропускания), чем плодить многочисленные проводники на печатной плате, требующие разводки, пайки, экранирования и расхода цветмета. Поэтому последовательные шины становятся предпочтительными не только в свете удобства для конечного потребителя, но и с точки зрения выгоды производителя.

Можно считать, что общая идея архитектуры *PCI Express* позаимствована у компьютерных сетей, где давно применяется многоуровневая организация, протоколы, пакеты данных и пр. Так как эта шина относится к классу “*point-to-point*”, то есть может соединять только два устройства (в то время как при использовании *PCI* на общую шину “вешаются” все *PCI*-слоты компьютера), то для организации подключения нескольких устройств приходится, как и в сети *Ethernet*, вставлять “хабы”, распределяющие поступающий сигнал. В этом заключается одно из важных отличий от параллельных шин.

Уровни представления данных и уровень их передачи разделяются строго. В параллельной шине всё устроено относительно просто, и передаваемые данные (вместе с дополнительной информацией – *CRC*, адрес получателя и пр.) непосредственно появляются на шине. В случае с последовательной шиной заранее сказать что-либо о “физическом носителе” невозможно. В принципе, в этом качестве может выступать всё что угодно – например, *Gigabit Ethernet*. Собственно говоря, “последовательность” тут означает, что данные и служебная информация передаются последовательно, по одним и тем же каналам. Передаваемая информация упаковывается в пакеты (туда же заносятся сведения о получателе и коды обнаружения и исправления ошибок), и вот этот сплошной поток, где идут вперемешку данные, приложения и вспомогательная информация, уже передается физически – причем неважно каким способом. На приемной стороне данные распаковываются, ошибки исправляются (если это невозможно, запрашивается повтор), после чего определяется получатель – и пакет перенаправляется дальше.

Канальный уровень (*Data Link Layer*) гарантирует надежность передачи и целостность данных для каждого пакета информации. Помимо нумерации пакетов и контрольной суммы (*CRC*) тут применяется протокол управления потоком с разрешениями на передачу, поэтому данные передаются только тогда, когда готов буфер приема на принимающей стороне. Это позволяет снизить количество повторов и более эффективно использовать пропускную способность шины. Пакеты с ошибками, естественно, будут передаваться повторно.

Шина *PCI Express* фактически является совокупностью независимых последовательных линий (каналов) передачи данных. Физически каждая линия состоит из двух сигнальных пар (одна пара работает на прием данных, вторая – на передачу), то есть необходимо только 4 контакта для того, чтобы обеспечить двухстороннее последовательное соединение двух устройств.

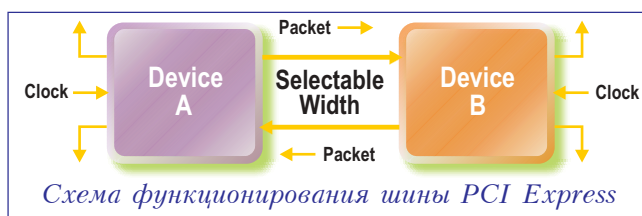
В качестве рабочих напряжений сигнала для логического нуля выбран уровень 0.2±0.4 вольта, для единицы – от 0.4 до 0.8 V. Низкие напряжения снижают электромагнитные наводки и потребляемую мощность, а также упрощают проектирование устройств для шины на современных чипах.

Данные передаются с использованием избыточного кодирования **8/10 bit** (каждый байт кодируется 10 битами), что позволяет исправлять многие простые ошибки, неизбежные на высоких частотах, без привлечения протоколов более высоких уровней и без лишних повторных передач пакетов. Начальная пропускная способность одного канала – 2.5 Gbit/s в обоих направлениях одновременно (полный дуплекс), однако по мере развития

кремниевых технологий скорость передачи будет расти. Вполне достижима и даже обещается пропускная способность 10 Gbit/s в обоих направлениях (что приближается к теоретическому пределу передачи сигнала по медным соединениям, оцениваемому в $15\div 20\text{ GHz}$). Стоит напомнить, что шина *AGP* допускает одновременную передачу данных только в одном направлении. Таким образом, для перехода на последовательную шину с сопоставимой производительностью понадобилось довести тактовую частоту до 2.5 GHz (увеличение в 75 раз), что еще недавно было всего лишь мечтой. Понятно, почему эпоха *PCI Express* началась только сейчас.

С учетом выбранной схемы кодирования ($8/10\text{ bit}$) теоретическая пропускная способность линии *PCI Express* получается 250 Mb/s . К сожалению, многоуровневая сетевая иерархия заметно сказывается на скорости работы, так что реальная цифра оказывается значительно ниже – чуть более 200 Mb/s в каждую сторону (до 230 Mb/s в пике, согласно данным *Intel*). Даже это на 50% больше, чем теоретическая пропускная способность шины *PCI*.

Однако одним из наиболее впечатляющих свойств *PCI Express* является то, что масштабируемость производительности достигается не только повышением частоты, но и добавлением каналов, то есть объединением в одну шину нескольких независимых линий передачи данных. Стандартом предусмотрено использование 1, 2, 4, 8, 16 и 32 линий. Передаваемые данные распределяются между ними поровну: 1-й байт на первую линию, 2-й – на вторую, ..., 32-й – на 32-ю, а 33-й – снова на первую и т.д. Это не является параллельной передачей данных или увеличением разрядности шины – все данные передаются по линиям абсолютно независимо и асинхронно. Причем это реализуется сугубо на нижнем, физическом уровне и никак не влияет на работу остальных уровней. Таким способом и достигается отличная масштабируемость, позволяющая организовать шину с максимальной пропускной способностью до $200\times 32=6.4\text{ Gb/s}$ в одну сторону, и вдвое большей – в обе.



Новый графический порт *PCI Express* фактически имеет 16 каналов и обозначается как *16X PCI Express*. Он обеспечивает пропускание 4 Gb/s в обоих направлениях одновременно, то есть полностью – 8 Gb/s . Системы, включающие *PCI Express*, не могут поддерживать *AGP*, поэтому производители графических карт сейчас освобождают мощности для перехода на выпуск видеокарт для *PCI Express*.

В дополнение к большой пропускной способности порт *16X PCI Express* способен обеспечить питание видеокарт мощностью до 75 W . Для сравнения: *AGP 8X* дает максимум 42 W . Самые современные графические карты потребляют намного больше, поэтому для них требуется подключать дополнительное питание. Впрочем, хотя *16X PCI Express* и предлагает более высокую мощность, часть видеокарт для графических станций всё равно требует большего, чем может обеспечить новый порт. Так что потребность в дополнительном питании для этих плат, скорее всего, не отпадет.

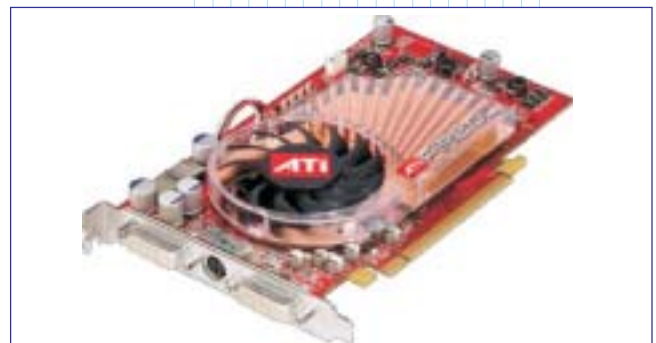
В качестве расширения предусмотрены коннекторы *1X*, *4X* и *8X PCI Express*, которые будут использоваться для подключения дополнительных устройств, требующих одного или нескольких каналов. Новые станции *HP* включают один или более таких слотов расширения *PCI Express* в дополнение к старым слотам *PCI*.

Новые графические карты

✓ **ATI**, как уже было сказано, 1 июня представила четыре графические карты *PCI Express*, относящиеся к разработанной этой компанией новой линейке *Visualization*:

- класс *high-end* – *FireGL V7100* (1 099 долл.);
- средний класс – *FireGL V5100* (799 долл.);
- начальный уровень – *FireGL V3200* и *V3100* (399 и 249 долл. соответственно).

Карты *V3100* и *V3200* базируются на оптимизированных версиях существующей архитектуры *ATI*, и они уже доступны. Карты *V5100* и *V7100* основаны на новой архитектуре, специально ориентированной на *PCI Express*. Поставки *V5100* начинаются в августе; за ней в четвертом квартале последует *V7100*. По словам одного из представителей *ATI*, в дальнейшем компания будет развивать только направление *PCI Express* в чистом виде, одновременно поддерживая выпуск *AGP*-карт до тех пор, пока на них будет существовать спрос. Поэтому *AGP*-карты для графических станций (*FireGL T2-128*, *FireGL Z1-128*, *FireGL X1-128* и *FireGL X2-256t*) будут в продаже и впредь.



*High-End-карта
ATI Visualization FireGL V7100 имеет 256 Mb
памяти и шесть геометрических процессоров*

✓ **3Dlabs** еще 15 июня объявила о выходе новой линии графических акселераторов *Realizm*. Все карты базируются на графическом “визуальном процессоре” нового поколения *Wildcat Realizm Visual Processing Unit (VPU)*.

Компания колебалась в своем выборе между *AGP* и *PCI Express*. В результате новые видеокарты *Realizm 100* (1 249 долл.) и *Realizm 200* (1 599 долл.) предназначены для шины *AGP 8X*. Каждая из них несет на борту новый *VPU* и 256 или 512 *Mb* памяти *GDDR3* соответственно.

Топ-модель компании, карта **3Dlabs Realizm 800**, относится к классу *ultra high-end* и предназначена для шины *PCI Express*. Два процессора *VPU* сочетаются в ней с новым модулем обработки вертексов *Vertex/Scalability Unit (VSU)*, который имеет два блока обработки вершинных шейдеров и обладает функцией распределения геометрических данных между двумя процессорами. По данным разработчика, это обеспечивает производительность вычислений с плавающей запятой на уровне более 700 *GFLOPS*. Что касается памяти, карта комплектуется максимум 512 *Mb GDDR3* плюс 128 *Mb* памяти *DirectBurst* для ускорения работы с приложениями, интенсивно использующими расчеты геометрии объектов. Таким образом, общий объем графической памяти составляет 640 *Mb* с суммарной пропускной способностью 64 *Gb/s*. Это модель, пожалуй, самое мощное из предлагаемых решений в области профессиональной графики. На момент написания статьи было известно, что в продаже видеокарты *Realizm 800* появятся в третьем квартале 2004 г., а рекомендованная производителем цена составляет примерно 2800 долл.

Для компьютерных систем начального и среднего уровня **3Dlabs** продолжит выпуск видеокарт *Wildcat VP560* и *VP880 Pro*.



Новая карта **3Dlabs Realizm 800** стандарта *PCI Express* относится к классу *Ultra High-End*. Два *VPU* нового поколения неплохо сочетаются с новым вертексным модулем обработки *Vertex/Scalability Unit (VSU)* и 640 *Mb* графической памяти

✓ **NVIDIA** объявила 28 июня о выпуске четырех новых графических акселераторов для шины *PCI Express*, которые добавились к её семейству *Quadro FX*:

- *FX 3400* – для *3D*-систем класса *high-end*.

Имеет 256 *Mb* памяти *GDDR3* с 256-разрядным интерфейсом и пропускной способностью 28.8 *Gb/s* (1 799 долл.);

- *FX 1300* – для *3D*-систем среднего уровня. Имеет 128 *Mb DDR*-памяти с 256-разрядным интерфейсом и пропускной способностью 17.6 *Gb/s* (899 долл.);
- *FX 330* – для *3D*-систем начального уровня. Имеет 64 *Mb DDR*-памяти с 64-разрядным интерфейсом и пропускной способностью 3.2 *Gb/s* (199 долл.);
- *NVS 280* – для профессиональных *2D*-приложений. Имеет 64 *Mb DDR*-памяти с 64-разрядным интерфейсом (199 долл.).

Судя по всему, существующая архитектура устройств не перерабатывалась, а был лишь добавлен интерфейс с *PCI Express*. Обеспечена полная совместимость новых карт с унифицированной архитектурой драйверов *NVIDIA UDA* для оптимизации производительности приложений, повышения стабильности и надежности. В дальнейшем компания не планирует разрабатывать видеокарты для *AGP*, но продолжит продавать и поддерживать существующие карты *Quadro* еще как минимум полтора года. Относительно линейки *Quadro NVS 280* известно, что она будет выпускаться в вариантах под шины *PCI Express*, *PCI* и *AGP*.



NVIDIA добавила к семейству *Quadro FX* четыре новых графических акселератора для шины *PCI Express*

Помимо большой пропускной способности, обеспечиваемой *PCI Express*, новые видеокарты *Quadro* предлагают также новый интерфейс для масштабирования видеомощи – *NVIDIA Scalable Link Interface (SLI)*. По сути, это небольшой соединитель плюс программное обеспечение, благодаря которым пользователь имеет возможность объединить производительность двух видеокарт *Quadro*, которые устанавливаются на материнской плате с двумя слотами *16X PCI Express*. Ожидается, что системы, использующие технологию *NVIDIA SLI multi-GPU*, появятся в ближайшие месяцы. Выпуск этих систем уже анонсировали такие компании, как **Alienware**, **Boxx**, **Falcon** и **VoodooPC**.

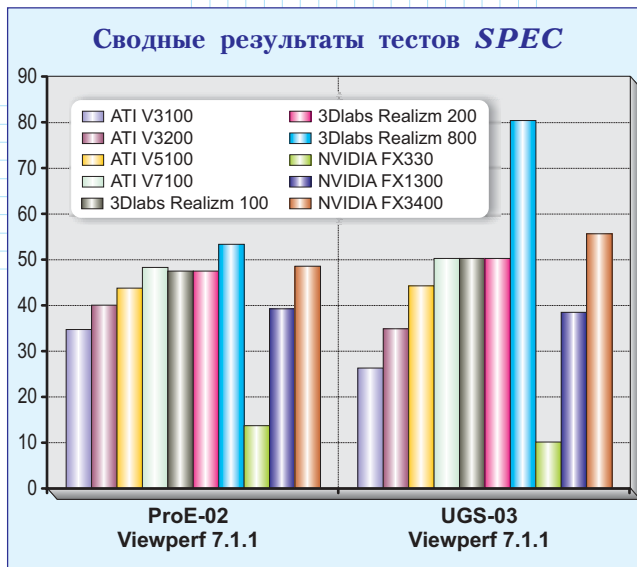


Новые видеокарты NVIDIA Quadro поддерживают Scalable Link Interface (SLI), благодаря чему пользователь может суммировать производительность двух видеокарт Quadro, которые установлены на материнской плате с двумя слотами 16X PCI Express

Имеет ли всё это отношение к вам?

Смогут ли новые видеокарты на самом деле повысить производительность? К настоящему времени мы смогли протестировать только одну видеокарту, NVIDIA FX 1300, которая была установлена в рабочей станции HP xw4200, имеющей процессор Pentium 4 с частотой 3.4 GHz и 2 Gb RAM.

Были проведены три теста: SPECviewperf, SPECcapc for SolidWorks и SPECcapc for Pro/ENGINEER. Кроме того, мы смогли получить результаты некоторых тестов от ATI и 3Dlabs. Все данные объединены и показаны на диаграмме. Желая сравнить эти показатели с полученными ранее при тестировании других систем могут посетить сайт SPEC (www.spec.org). При сопоставлении показателей следует принимать во внимание, что результаты тестирования предоставлены различными производителями графических карт, и тестируемые платформы наверняка не были идентичными.



Имеющие неплохую производительность AGP-карты, безусловно, еще какое-то время будут повсеместно распространены, однако принципиально их судьба в секторе профессиональных рабочих станций практически уже решена. Все будущие графические акселераторы профессионального уровня будут ориентированы на шину PCI Express.

Аналогично почти все новые персональные компьютеры, предназначенные для рынка инженерных и аналитических задач, а также для создания цифрового контента, будут базироваться на процессорах Intel с технологией EM64T. Однако следует отдавать себе отчет в том, что пройдут еще многие месяцы, прежде чем Windows и приложения на его базе смогут извлечь сколько-нибудь существенную выгоду от потенциально обретенной мощности. Но, как бы то ни было, технологии изменились, – и будущее за ними. 