

NVIDIA SLI



Логотип NVIDIA SLI



3 видеокарты NVIDIA, соединённые по технологии [3-Way SLI](#)

NVIDIA SLI ([англ.](#) *scalable link interface*, [рус.](#) *масштабируемый интерфейс связи*) — технология, позволяющая использовать мощности нескольких [видеокарт](#) для обработки трёхмерного изображения.

История

В 1998 году компания [3dfx](#) представила графический процессор [Voodoo2](#), среди прочих нововведений которого была технология SLI ([англ.](#) *Scan Line Interleave* — чередование строчек), которая предполагала совместную работу двух чипов [Voodoo2](#) над формированием изображения. С технологией SLI могли работать даже карты различных производителей, а также карты с разным объёмом памяти. SLI-система позволяла работать с [разрешением](#) 1024×768, что в то время казалось невозможным. Недостатками SLI от 3dfx были высокая цена (\$600) и большое тепловыделение, к тому же наблюдались проблемы чересстрочной синхронизации результирующего изображения. Однако вскоре [видеокарты](#) переходят с шины [PCI](#) на более современный [AGP](#)-порт. Так как на [материнских платах](#) этот порт был только один, то выпуск [видеокарт](#) с поддержкой SLI на время прекратился.

В 2000 году с выпуском нового [чипа VSA-100 3dfx](#) удалось реализовать SLI на [AGP](#), но на этот раз в рамках одной платы, на которой размещались два или четыре таких [чипа](#). Однако платы на базе SLI-системы обладали большим энергопотреблением и выходили из строя из-за проблем с электропитанием. На весь мир плат Voodoo5 6000 было продано около 200 штук, причём реально рабочими из них оказались лишь 100.

В 2001 году [NVIDIA](#) покупает [3dfx](#) за 110 млн долларов. С введением спецификации [PCI-E](#) становится вновь возможным использование нескольких графических карт для обработки изображения. В 2004 году, с выходом первых решений на базе новой шины [PCI Express](#), [NVIDIA](#) объявляет о поддержке в своих продуктах технологии мультичиповой обработки данных SLI, которая расшифровывается уже по-другому — Scalable Link Interface (масштабируемый интерфейс).

Дальнейшим развитием технологии стал выход в 2006 году технологии Quad SLI позволяющей объединить пару двухчиповых видеокарт (тогда для GeForce 7900GX2). А в конце 2007 года введена в эксплуатацию технология [3-Way SLI](#), позволяющая объединять в связке 3 видеокарты [Nvidia](#). В этом же, 2007 году в России появились первые игровые компьютеры с поддержкой технологии NVIDIA 3-Way SLI производства компании [Meijin](#). В них использовались три видеокарты NVIDIA GeForce 8800 Ultra^{[1][2][3]}.

Принципы построения и работы

Для построения компьютера на основе SLI необходимо иметь:

1. [материнскую плату](#) с двумя и более разъёмами [PCI Express](#) x16, поддерживающую технологию SLI;
2. качественный [блок питания](#) мощностью минимум 550 ватт (рекомендуются блоки SLI-Ready);
3. [видеокарты GeForce](#) 6/7/8/9, GT(S/X)200/300/400/500/600/700/800/900 или [Quadro FX](#) с шиной [PCI Express](#);
4. мост, объединяющий [видеокарты](#).

Поддержка [чипсетов](#) для работы со [SLI](#) осуществляется программно. Видеокарты должны принадлежать к одному классу, при этом версия [BIOS](#) плат и их производитель значения не имеют.

SLI-систему можно организовать двумя способами:

1. С помощью специального мостика SLI;
2. Программным путём.

В последнем случае нагрузка на шину [PCIe](#) возрастает, что плохо сказывается на производительности.

Получила распространение система Quad SLI. Она предполагает объединение в SLI-систему двух двухчиповых плат (GeForce 7950GX2, GeForce 9800GX2, GeForce GTX295 или GeForce GTX 590) или четырёх одночиповых (в данном случае она именуется 4-Way SLI). Таким образом, получается, что в построении изображения участвуют 4 чипа.

Примечание: Quad SLI пока корректно работает только в операционной системе Windows 7 и Windows Vista, в Windows XP её нельзя использовать из-за ограничения в ОС.

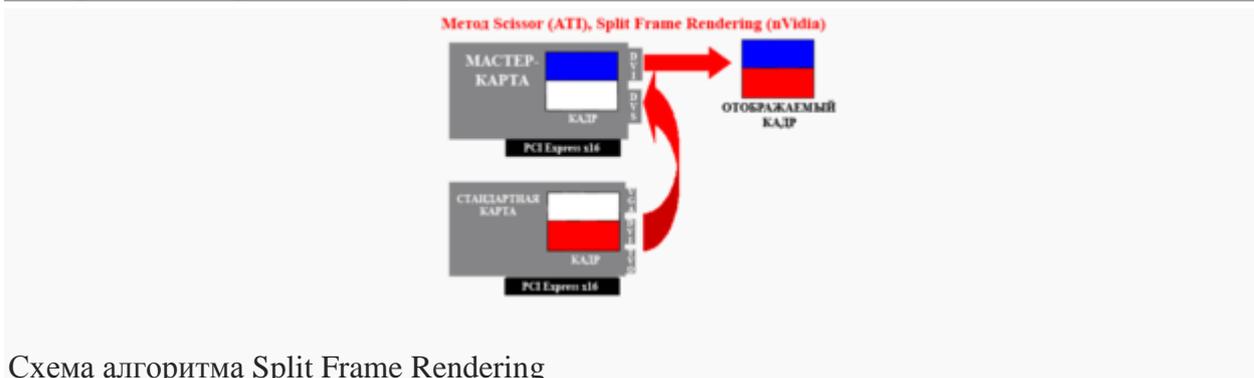
Используемая память.

Многие производители «двойных» видеокарт предпочитают писать суммарный объём локальной памяти, например ([EVGA](#) или [Palit](#)). На самом же деле такие видеоадаптеры, фактически являясь SLI-картами, могут использовать только собственную, установленную на [печатной плате](#), память. То есть в построении изображения, например, видеокарта GeForce GTX295 сможет использовать только 896 Мб памяти. Каждый её чип имеет в своём распоряжении только половину от заявленной производителем.

Процессорозависимость

Связка из видеокарт SLI изначально является довольно производительным решением, например, из пары GeForce GTX260. Но тут возникает проблема процессорозависимости, так как многие современные игры очень интенсивно используют ЦП, так же, как и сам SLI. Поэтому, чтобы связка SLI полностью раскрыла свой потенциал, необходим соответствующий мощный процессор с высокой тактовой частотой; в противном случае прироста от использования SLI будет намного меньше ожидаемого.

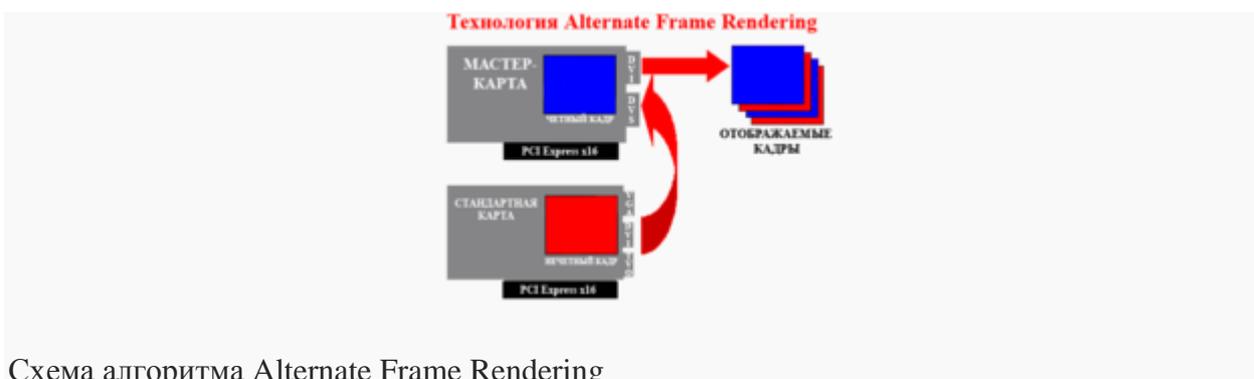
Оптимальным (на 2009 год) для большинства игр на систему SLI из двух GeForce GTX275 является процессор уровня Core 2 Duo E8400-E8600, разогнанный до 4 ГГц. Меньшая частота процессора приводит к падению [кадровой частоты](#), а более высокая частота процессора (порядка 4,5-5 ГГц) кадровую частоту уже не увеличивает.



Split Frame Rendering

Изображение разбивается на несколько частей, количество которых соответствует количеству [видеокарт](#) в связке. Каждая часть изображения обрабатывается одной видеокартой полностью, включая геометрическую и пиксельную составляющие.

Аналог в [CrossFire](#) — алгоритм Scissor



Alternate Frame Rendering

Обработка кадров происходит поочерёдно: одна [видеокарта](#) обрабатывает только чётные кадры, а вторая — только нечётные. Однако у этого алгоритма есть недостаток. Дело в том, что один кадр может быть простым, а другой сложным для обработки.

Этот алгоритм запатентован [ATI](#) во время выпуска двухчиповой видеокарты.

SLI AA

Данный алгоритм нацелен на повышение качества изображения. Одна и та же картинка генерируется на всех видеокартах с разными шаблонами сглаживания. Видеокарта производит сглаживание кадра с некоторым шагом относительно изображения другой видеокарты. Затем полученные изображения смешиваются и выводятся. Таким образом достигается максимальные чёткость и детализованность изображения. Доступны следующие режимы сглаживания: 8x, 10x, 12x, 14x, 16x и 32x.

Аналог в [ATI CrossFireX](#) — SuperAA.

AMD CrossFireX

AMD CrossFireX
TECHNOLOGY

Современный логотип AMD CrossFireX



Логотип ATI CrossFireX. Ныне больше не используется.

AMD CrossFireX ([рус. перекрёстный огонь](#)) — технология, позволяющая одновременно использовать мощности двух и более (до четырех графических процессоров одновременно) [видеокарт Radeon](#) для построения трёхмерного изображения.

Каждая из [видеокарт](#), используя определённый алгоритм, формирует свою часть изображения, которое передаётся в [чип](#) Composing Engine мастер-карты, имеющий собственную буферную память. Этот чип объединяет изображения каждой видеокарты и выводит финальный кадр.

В 2006 году система CrossFire формировалась путем соединения видеокарт Y-образным кабелем с задней стороны карт. В настоящее время система уже использует специальные гибкие мостики (наподобие [SLI](#), но имеющие свой собственный алгоритм и логику и официально называется CrossFireX (не стоит приравнивать понятия CrossFire и CrossFireX. Смысл их действия одинаков, но способ построения в корне иной).

В перспективе видеокарты на основе CrossFire облегчат работу процессора с графикой. Одна видеокарта будет обрабатывать графику, а вторая — [физику](#).

Технология была анонсирована на международной выставке [Computex 2005](#) на [Тайване](#).

Стоит заметить, что комбинации некоторых видеокарт могут оказаться гораздо более эффективными, производительными и выгодными финансово, чем одна более мощная и, соответственно, значительно более дорогая карта. Но, как и в случае с [NVIDIA SLI](#), прирост производительности от использования двух видеокарт в системе будет наблюдаться **только** в приложениях, умеющих использовать 2 и более [GPU](#). В старых играх, не умеющих работать с Multi-GPU системами, общая производительность графической составляющей останется прежней, в некоторых случаях может вообще даже снизиться; так что для любителей старых, но требовательных игр, самым верным решением будет покупка одной очень мощной видеокарты, чем покупка второй такой же и последующее объединение в CrossFireX-систему. Также стоит отметить существенный недостаток CrossFire: данная технология не работает при запуске приложения в оконном режиме.

Принципы построения

Для построения на компьютере CrossFireX-системы необходимо иметь:

1. [материнскую плату](#) с двумя или более разъёмами [PCI Express x16](#) с [чипсетом AMD](#) или [Intel](#) определённой модели, поддерживающей CrossFireX;
2. мощный [блок питания](#), как правило, мощностью от 700Вт;
3. [видеокарты](#) с поддержкой CrossFireX;

4. Специальный гибкий мостик CrossFireX для соединения видеокарт.

Видеокарты должны быть одной серии (за некоторыми исключениями), но не обязательно одной модели. При этом быстродействие и частота CrossFire-системы определяются характеристиками чипа наименее производительной видеокарты.

CrossFireX-систему можно организовать двумя способами:



2 видеокарты ATI (AMD) Radeon HD 5870, соединенные по технологии AMD CrossFireX

1. *Внутреннее соединение* — [видеокарты](#) объединяются с помощью специального гибкого мостика CrossFireX, при этом для соединения более, чем двух видеокарт не нужно использовать специализированные многоразъемные мостики (типа NVIDIA 3-way SLI или 4-way SLI), видеокарты соединяются последовательно простыми CrossFireX мостиками. Соединение ведется примерно так: **от первой ко второй — от второй к третьей — от третьей к четвертой** (для соединения 4 видеокарт); **от первой ко второй — от второй к третьей** (для 3 карт); **от первой ко второй** (для 2 карт). Следует заметить, что на однопроцессорных видеокартах по 2 разъема CrossFireX, поэтому в случае с системой из двух видеокарт объединять их можно как одним, так и двумя мостиками (**от первой ко второй — от первой ко второй**), разницы в производительности не будет.
2. *Программный метод* — видеокарты не соединяются, обмен данными идёт по шине [PCI Express x16](#), при этом их взаимодействие реализуется с помощью драйверов. Недостатком данного способа являются потери в производительности на 10-15 % по сравнению с вышеназванным способом. На данный момент практически полностью утратил актуальность, оставшись способом соединения низкопроизводительных видеокарт, для которых отсутствие соединительного мостика не является значимой потерей. Высокопроизводительные видеокарты можно объединить, только используя мостики, так как без них драйвер не поймёт, что такое объединение возможно.

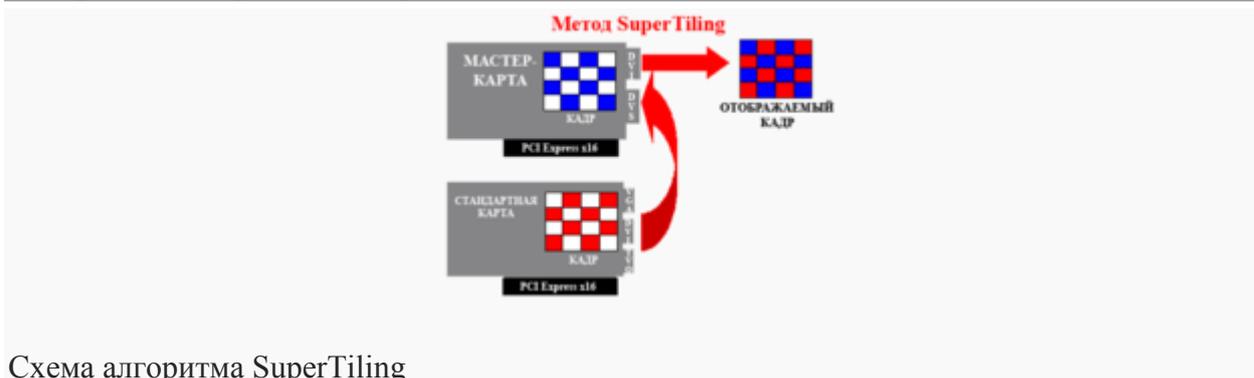


Схема алгоритма SuperTiling

SuperTiling

Картинка разбивается на [квадраты 32x32 пикселя](#) и принимает вид [шахматной](#) доски. Каждый [квадрат](#) обрабатывается одной [видеокартой](#).

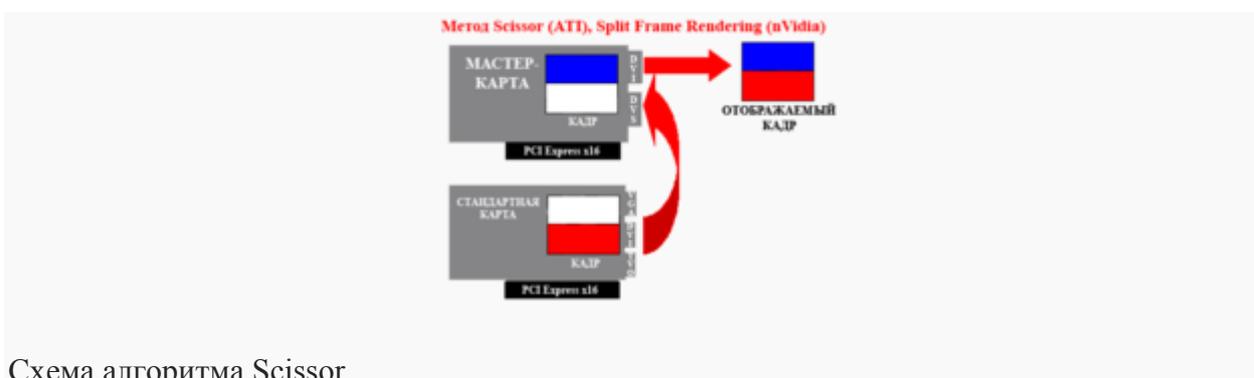


Схема алгоритма Scissor

Scissor

Изображение разбивается на несколько частей, количество которых соответствует количеству видеокарт в связке. Каждая часть изображения обрабатывается одной видеокартой полностью, включая геометрическую и пиксельную составляющие.

Аналог в [nVidia SLI](#) — алгоритм Split Frame Rendering

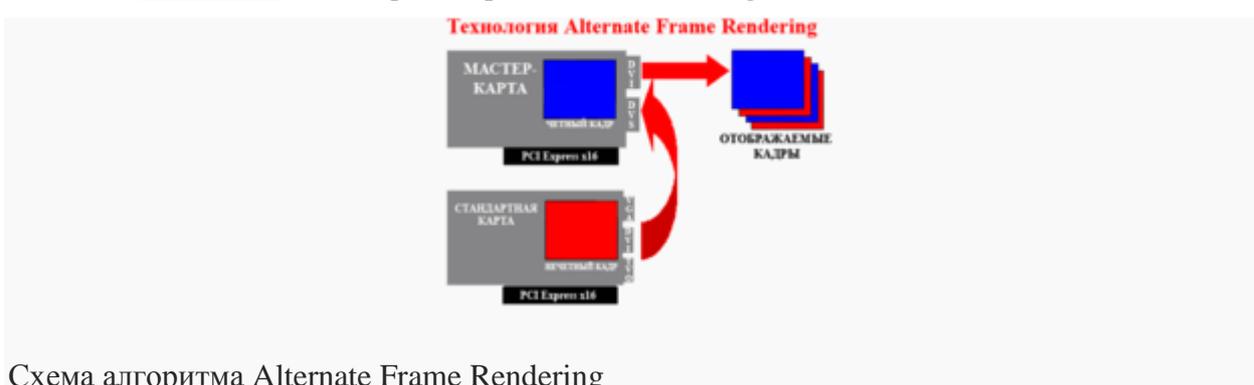


Схема алгоритма Alternate Frame Rendering

Alternate Frame Rendering

Обработка кадров происходит поочередно: одна [видеокарта](#) обрабатывает только [чётные](#) кадры, а вторая — только [нечётные](#). Однако, у этого алгоритма есть недостаток. Дело в том, что один кадр может быть простым, а другой сложным для обработки.

Этот алгоритм, запатентованный [ATI](#) ещё во время выпуска двухчиповой видеокарты, используется также в [nVidia SLI](#).

SuperAA

Данный алгоритм нацелен на повышение качества изображения. Одна и та же картинка генерируется на всех видеокартах с разными шаблонами сглаживания. Видеокарта производит сглаживание кадра с некоторым шагом относительно изображения другой видеокарты. Затем полученные изображения смешиваются и выводятся. Таким образом достигается максимальные чёткость и детализованность изображения. Доступны следующие режимы сглаживания: 8x, 10x, 12x и 14x.

Аналог в [nVidia SLI](#) — SLI AA.

Dual Graphics

Dual Graphics (ранее **Hybrid CrossFireX**) — уникальная способность [APU](#) линейки [Fusion](#) А-серии [Llano](#) значительно (по крайней мере в теории) увеличивать общую производительность видеоподсистемы, когда [интегрированный GPU](#) работает совместно с подключенной дискретной [видеокартой](#), дополняя её. Ещё более удивительной является способность Llano работать с GPU, которые быстрее или медленнее чем его собственное интегрированное видеоядро — для корректной работы Dual Graphics не требует идентичного GPU и при этом он не вредит более быстрому GPU, если его производительность ниже, как происходит в CrossFire. Фактически, он приводит в равновесие доступное аппаратное обеспечение для большей производительности (например, если дискретный GPU вдвое быстрее встроенного, [драйвер](#) берёт один кадр от APU на каждые два кадра от дискретной карты).

При всей соблазнительности подобной асимметричной реализации CrossFire, есть серьёзные недостатки:

Во-первых, это работает только в приложениях, использующих [DirectX 10](#) или [11](#). И если используется DirectX 9 или более ранний игровой движок, то производительность ухудшается до самой медленной из двух установленных графических карт (однако, согласно последним заявлениям AMD, при использовании DirectX ниже 10 версии программы должны обращаться к более быстрой из двух установленных графических карт).

Во-вторых, чтобы Dual Graphics работала, коэффициент графической производительности должен быть по крайней мере «два к одному», если видеокарта в три раза быстрее GPU Llano, то Dual Graphics работать не будет.

В [OpenGL](#) Dual Graphics не поддерживается и он всегда работает на GPU, управляющем основным выходом дисплея.

И хотя эта функция действительно работает и результаты теста показывают более высокую частоту кадров в чистом виде.

Lucid HYDRA.

В качестве подопытной **HYDRA** выступает топовый чип из линейки **Lucid HYDRA 200 - Lucid Hydra LT24102**, установленный на материнской плате [ECS P67H2-A](#) для новой платформы **Intel LGA 1155**.



Прежде чем писать данную статью, мы связались с компанией производителем данного чипа.

Несмотря на то, что письмо наше было успешно получено и прочитано, о чем пришло уведомление, никаких дополнительных материалов мы не получили, как и ответа на письмо, хотя прошла неделя с момента отправки письма в **Lucid**.

Видимо, эта компания не заинтересована в популяризации своей продукции путем предоставления актуальной информации по своим продуктам для тестовых лабораторий СМИ.

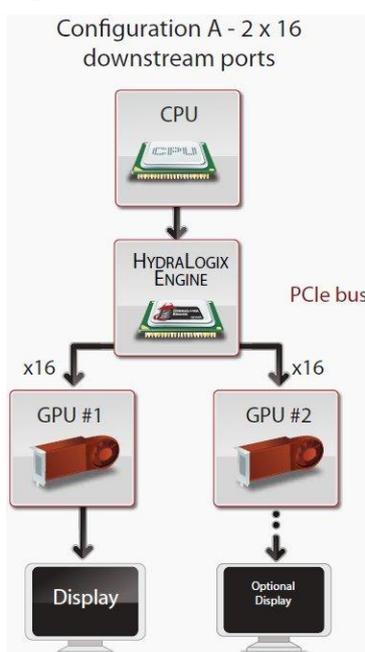
Поэтому, единственным официальным источником данных и драйверов являлся для нас сайт компании.

Базовый функционал чипов **Lucid HYDRA** — выступать коммутатором линий PCI-E версии 2.0.

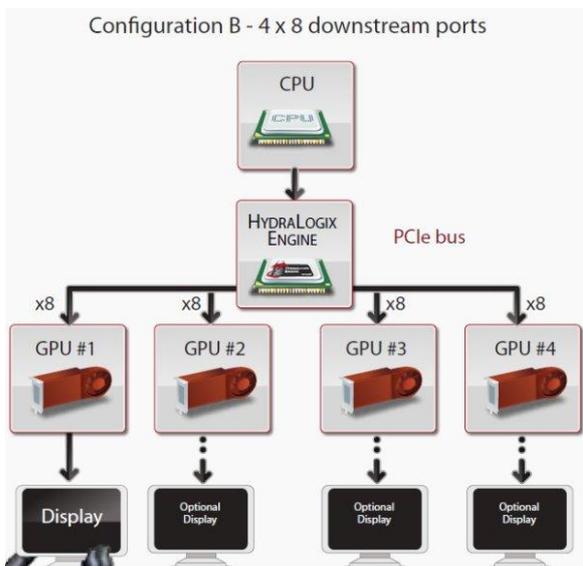
Топовый чип может оперировать 48 линиями — 16 восходящих к чипсету или процессору и 32 линии нисходящих — к видеокартам.

Возможные конфигурации:

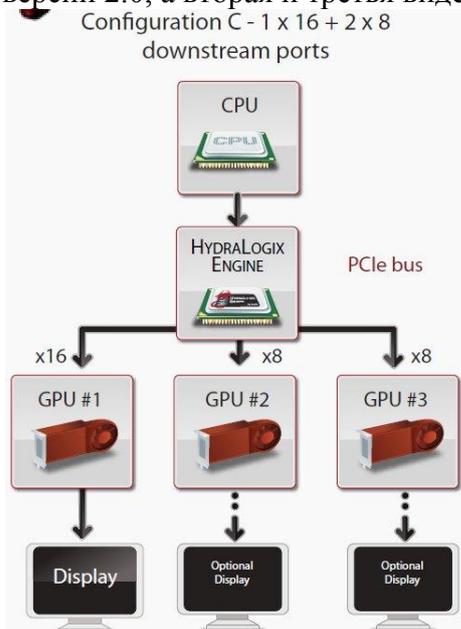
При двух установленных видеокартах, каждой карте распределяется 16 линий PCI-E версии 2.0:



При четырех установленных видеокартах, каждой карте распределяется 8 линий PCI-E версии 2.0:



При трех установленных видеокартах, главной видеокарте выделяется 16 линий PCI-E версии 2.0, а вторая и третья видеокарты получают по 8 линий каждая:



На теории все выглядит красиво.

Конечно, скептики скажут, что 16 восходящих линий может не хватить для работы четырех мощных видеокарт, но, тут уж ничего не поделаешь — такова организационная структура чипа.

Тем более, что на сокетах Intel LGA 1156 и **Intel LGA 1155** процессор поддерживает именно 16 линий PCI-E.

Материнская плата [ECS P67H2-A](#) позволяет подключить до трех видеокарт, и мы смогли проверить работу как с двумя видеокартами в SLI и CrossFireX конфигурациях, так и с тремя, две из которых с GPU AMD и одна — с GPU Nvidia — для реализации эффектов физики.

Главной особенностью технологии **Lucid Hydra** является возможность построения подобия CrossFireX и SLI конфигураций из видеокарт, при этом без необходимости использовать SLI и CrossFireX коннекторы.

Венец данной технологии — X-Mode, позволяющий объединять мощь видеокарт обоих производителей GPU в одной системе.