

Сводный тест

Дискретная графика: для тех, кто в теме

Максим Белоус, Олег Денисов

Современные дискретные графические адаптеры всех ценовых диапазонов борются за место под солнцем на фоне активно растущей привлекательности своих интегрированных собратьев. Рассмотрим тринадцать имеющихся на рынке моделей различной стоимости и производительности.

А AMD или NVIDIA? Вопрос о том, какая компания держит пальму технологического первенства и лидирует на рынке компьютерной графики, не находит решения на протяжении ряда лет. То один, то другой из пары коллег-конкурентов вырывается вперед, причем порой само определение лидерства оказывается неоднозначным. Разве можно, скажем, без каких-либо оговорок считать лучшим среди всех имеющихся графический адаптер с действительно большой абсолютной производительностью, однако немилосердно энергоемкий (а значит, и громоздкий, и шумный), да еще и баснословно дорогой?

Год за годом борьба двух титанов продолжается — к вящей радости пользователей. Примерное равенство сил не позволяет одному из них занять доминирующую позицию — и предлагать лучшие по удельной вычислительной мощности (на потребляемый ватт) продукты по заоблачным ценам в отсутствие реальной конкуренции. Однако пока AMD и NVIDIA бились за звание ведущего игрока на рынке дискретной графики, ситуация изменилась.

Чужие на празднике жизни

Уже больше года усилиями Intel на рынок продвигаются ультрабуки — чрезвычайно тонкие, легкие и энергоэффективные; как правило, не имеющие дискретных графических адаптеров. Немалая доля обычных ноутбуков

из разряда «рабочих лошадей» для бизнеса и учебы тоже отлично обходится интегрированной в процессоры графикой, учитывая, что та с каждым новым поколением ЦП становится все более и более высокопроизводительной. Новейшие процессоры Haswell еще сильнее укрепляют убежденность массы потребителей в том, что обособленные графические адаптеры им ни к чему. На ту же мельницу льют воду и универсальные процессоры (УП) компании AMD: они традиционно, с самого своего появления на рынке, бьют аналогичные по стоимости решения конкурента по графической производительности, пусть и уступают им в общевычислительном зачете.

Все это привело к тому, что дискретная графика оказывается, прямо скажем, не нужна широкому компьютерному рынку. Точнее — не востребована им. Учтем еще и общее сокращение объемов продаж x86-платформ, растущий перекокс в сторону ноутбуков в ущерб настольным ПК, общую посткризисную тенденцию потребителей по всему миру экономить на покупках не самой первостепенной необходимости. В соответствии с этой логикой выходит, что дискретная графика должна все заметнее уступать позиции интегрированной.

И такое умозаключение полностью соответствует действительному положению вещей. В феврале нынешнего года аналитики Jon Peddie Research опубликовали весьма невеселую

В обзоре:

Платы начального уровня

AMD Radeon HD 7850 1GB GDDR5 (GIGABYTE GV-R785OC-1GD rev. 1.0)

●●●●○

AMD Radeon HD 7790 1GB GDDR5 (Sapphire HD7790 1GB GDDR5 PCI-E DL-DVI-I+DL-DVI-D/HDMI/DP DUAL-X OC VERSION)

AMD Radeon HD 7770 GHz Edition

1GB GDDR5 (Sapphire VAPOR-X HD7770 GHz Edition 1GB GDDR5 PCI-E DVI-I/DVI-D/HDMI/DP OC VERSION)

NVIDIA GeForce GTX 660 2GB GDDR5 (Manli NV GTX660 2GB DDR5 192bit 2*DL-DVI HDMI display port1.2 PCI-E3.0)

NVIDIA GeForce GTX 650 Ti 2GB GDDR5 (Palit GTX650Ti BOOST OC

2048MB GDDR5 192B DUAL-DVI HDMI DP)

●●●●○

Платы среднего ценового диапазона

AMD Radeon HD 7870 XT 2GB GDDR5 (Sapphire HD7870 XT 2GB GDDR5 PCI-E HDMI/DVI-I/ DUAL MINI DP WITH BOOST)

●●●●○

NVIDIA GeForce GTX 660 Ti 2GB GDDR5 (ZOTAC GTX 660 Ti AMP! EXTREME Edition 2GB 192BIT DDR5)

Платы высшего ценового диапазона

AMD Radeon HD 7950 3GB GDDR5 (MSI R7950 Twin Frozr 3GD5 V2/OC)

●●●●○

NVIDIA GeForce GTX 680 2GB GDDR5 (MSI N680GTX Lightning)

●●●●●

NVIDIA GeForce GTX 670 2GB GDDR5 (Palit GeForce GTX 670 JETSTREAM (2048MB GDDR5))

●●●●○

Платы наивысшего ценового диапазона

AMD Radeon HD 7970x2 3GBx2 GDDR5 (ASUS ARES2-6GD5)

●●●●○

NVIDIA GeForce GTX Titan 6144 MB GDDR5 (ZOTAC GeForce GTX TITAN 6GB DDR5 384BIT)

●●●●●

NVIDIA GeForce GTX 690 4GB GDDR5 (ZOTAC GTX 690 4GB GDDR5 512BIT)

●●●●○

Платы начального уровня: **NVIDIA GeForce GTX 660**

Платы среднего ценового диапазона: **NVIDIA GeForce GTX 660 Ti**

Платы высшего ценового диапазона: **NVIDIA GeForce GTX 680**

Платы наивысшего ценового диапазона: **NVIDIA GeForce GTX Titan**



В группе графических адаптеров начального уровня с самой лучшей стороны показала себя плата Manli NV GTX660 2GB DDR5 192bit 2*DL-DVI HDMI display port1.2 PCI-E3.0 на ГП **NVIDIA GeForce GTX 660 2GB GDDR5**, — по сравнению с соперницами прошлого года ее результаты можно считать выдающимися. Группу графических процессоров среднего ценового диапазона украсило относительно новое решение **NVIDIA GeForce GTX 660 Ti 2GB GDDR5** в реализации ZOTAC GTX 660 Ti AMP! EXTREME EDITION 2GB 192BIT DDR5: очередной выход на сцену популярнейшего в самых разных ценовых диапазонах графического ядра GK104. Даже в урезанной по возможностям версии оно продолжает удивлять своим вычислительным потенциалом.

В группе графических процессоров высшей категории производительности лидером стал **NVIDIA GeForce GTX 680 2GB GDDR5** в версии MSI N680GTX Lightning. Впечатляет расширенная функциональность этого адаптера в сочетании с производительностью, характерной для самого мощного графического решения на прошлогоднем рынке. А в категории наивысших по стоимости графических плат отличился ГП **NVIDIA GeForce GTX Titan 6144MB GDDR5**, воплотившийся в данном случае в плате ZOTAC GTX TITAN 6GB DDR5 384BIT. Тотальное доминирование «черно-зеленых» на современном рынке дискретной графики смотрится особенно внушительно на фоне совсем недавнего анонса GeForce GTX 780. Посмотрим, каким окажется положение дел в этой области через год.

статистику по глобальным поставкам графических процессоров для традиционных ПК (построенных на основе архитектуры x86 и не относящихся к смартфонам, планшетами или серверам). Статистика эта показывает, что в IV квартале 2012 г. общий объем поступивших на рынок дискретных ГП составил всего 28,8 млн. штук — на 16,0% меньше, чем в III квартале того же года, и на 9,7% меньше, чем в аналогичном квартале 2011-го. И это с учетом того, что рынок ПК в целом за последний квартал минувшего года вырос по сравнению с предпоследним, правда ненамного — на 2,8% (опять-таки, данные Jon Peddie Research: еще раз отметим, что речь идет именно о поставленных за указанный период устройствах, а не о реально нашедших своего покупателя графических платах, проданных отдельно либо в составе компьютерных систем).

Если же рассматривать поставки дискретной и интегрированной графики в целом, спад от III к IV кварталу выглядит не столь катастрофическим — всего на 8,2%. А все потому, что в последние три месяца прошлого года на рынке доминировала графика —

сюрприз, сюрприз! — Intel. Причем не просто первенствовала, а именно доминировала: на ее встроенную графику приходились внушительные 63,4% глобальных поставок ГП. Почти две трети! Следом располагалась AMD с долей 19,7% (здесь, напомним, учтены и обособленные ГП, и УП), а почетное третье место — 16,9% — оставила за собой NVIDIA, выпускающая лишь дискретные адаптеры.

Наряду с отгрузками графических процессоров (микросхем ГП как таковых — по отдельности или на одном кристалле с ЦП) Jon Peddie Research исследовала и поставки дискретных графических плат. Именно готовых продуктов, предназначенных для размещения в настольных ПК, рабочих станциях, серверах и специализированных вычислительных системах. Эти платы, востребованные и индивидуальными самосборщиками, и изготовителями готовых ПК, были отгружены за IV квартал 2012 г. общим числом 14,5 млн. единиц — что на 17,3% меньше, чем кварталом ранее, и на 10% меньше, чем в последнем квартале 2011-го. При этом общее число настольных ПК, поставленных на рынок

в IV квартале 2012 г., можно оценить в 37,3 млн. штук (усредненная величина, по данным аналитиков Dataquest, IDC и HSI).

Отсюда ясно видно, что даже для стационарных компьютеров интегрированная графика Intel оказывается все более осмысленным и адекватным выбором. По итогам 2012 г. доля рынка ЦП с интегрированной графикой, приходившаяся на решения AMD, составила лишь 16,7%, тогда как годом ранее она достигала 27,7%. Надо полагать, процессор Haswell (точнее, его усовершенствованную графическую подсистему) потребители воспримут еще более благосклонно — и, стало быть, исход нынешнего года продемонстрирует более удручающий спад поставок дискретных графических плат. Интересно, кстати, что если по результатам 2011 г. Jon Peddie Research фиксировала поставки дискретной графики Matrox и S3 (хотя и в минимальных значениях, на уровне десятков тысяч единиц по всему миру), то к IV кварталу прошлого года на этом рынке остались лишь AMD и NVIDIA, причем на продукты последней пришлось 65,7% всех отгрузок.

При этом ГП AMD в розницу обычно несколько дешевле, чем сопоставимые по производительности на синтетических тестах изделия NVIDIA (это, кстати, заметно и по данным наших нынешних испытаний). Основной спад поставок дискретной графики для настольных ПК пришелся на нижний сегмент: очевидно, что именно с этими решениями в первую очередь конкурируют интегрированные ГП Intel и AMD. Отсюда напрашивается вывод, что дискретная графика NVIDIA существенно более востребована рынком, поскольку ее поставки почти вдвое перекрывают объемы отгрузок конкурента.

Все для победы

Аналитика Jon Peddie Research отражает ситуацию на рынке ПК и серверов традиционной архитектуры и дает лишь моментальный срез текущей ситуации. Она не учитывает, в частности, тот факт, что УП AMD (в их составе есть интегрированные ГП) будут использованы в массовых игровых

консолях следующего поколения — PlayStation 4 (что уже официально подтвердила Sony) и Xbox One (если верить неназванным источникам информации уважаемого аналитического агентства Bloomberg; хотя недавние заявления NVIDIA о поддержке PhysX в Xbox One заставляют в этом усомниться).

Спрос на приставки и игры к ним традиционно высок в экономически развитых странах (США, Япония, Южная Корея), так что объемы поставок графических решений AMD за счет этих контрактов уже в самое ближайшее время могут заметно возрасти. К тому же, если два ведущих консольных бренда действительно выберут для своих новинок фактически одну и ту же аппаратную платформу, это приведет к внушительному синергетическому эффекту. Разработчикам игр, одновременно нацеливающим свои проекты на пользователей ПК и обеих консолей, не придется расходовать дополнительные средства, фактически разрабатывая три версии программного кода одновременно (или, по крайней мере, две, учитывая, что архитектуры x86-компьютеров и новейшей консоли Microsoft достаточно близки). Значит, больше финансов удастся направить на поощрение продуктивной работы программистов и гейм-дизайнеров, что в итоге повысит привлекательность игр и будет способствовать росту популярности консолей на рынке и увеличению их продаж.

NVIDIA дважды сотрудничала с ведущими изготовителями больших консолей — ее ГП стали составной частью первого поколения Microsoft Xbox и Sony PlayStation 3. Однако приставочный бизнес существенно отличается от компьютерного: консоли поступают в продажу по розничной цене, равной себестоимости или даже заметно ниже ее — в надежде на то, что прибыль будет возвращаться благодаря приобретению потребителями все новых и новых игр. Или же вовсе не будет. По оценкам аналитиков игровой индустрии, суммарные убытки Sony из-за PlayStation 3 составили около 4,5 млрд. долл., тогда как Microsoft потеряла из-за Xbox 360 почти 2,6 млрд. долл. (здесь учтены долгосрочные

расходы на разработку аппаратной части, на субсидии игроделам за создание эксклюзивных игр только для данной консоли, потери из-за инфляции и изменения курса акций и т. п.).

Таким образом, маржа поставщиков компонентов для консолей не может достигать величин, характерных для рынка традиционных ПК. По крайней мере, Жэньсюнь Хуан, исполнительный директор и сооснователь NVIDIA, если верить циркулирующим в микропроцессорной индустрии упорным слухам, не был удовлетворен условиями, которые предлагала ему Sony. Рори Рид, нынешний исполнительный директор и президент AMD, уверен, что к концу текущего года компания заработает до 20% всей своей выручки благодаря встраиваемым специализированным системам на кристалле (имеются в виду микросхемы, поставляемые разработчикам игровых консолей, а также предпола-

ядер к оперативной памяти выведут само представление о GPGPU (вычисления общего назначения с использованием многопоточной архитектуры ГП) на новый уровень. Обеспечат ошеломляющий прирост производительности даже на задачах, которые не были предварительно оптимизированы для многопоточного исполнения — причем благодаря только аппаратной архитектуре, без привлечения программных «костылей» вроде Direct Compute.

Вполне вероятно, гибридные процессоры AMD следующего поколения действительно сумеют отвоевать место в компьютерных системах начального и даже среднего уровня — ультрамобильных ПК, компактных настольных системах, моноблоках и т. п. Но при этом, как можно предполагать, направление дискретных графических процессоров останется для этой компании не самым актуальным —

Конкуренция почти на равных между двумя колоссами, создающими графические процессоры для дискретных адаптеров, полезна и выгодна потребителю.

гаемые планшетные решения AMD). В 2012 г. эта доля составляла около 5%.

Очень похоже, что в области ГП компания AMD испытывает сейчас те же трудности, что и в сегменте процессоров общего назначения. Она вынуждена довольствоваться низкими прибылями, чтобы удержаться на плаву, и потому не располагает достаточными средствами для развития долгосрочных перспективных разработок, которые позволили бы ей уверенно опередить конкурентов на обоих микропроцессорных рынках. По крайней мере, такое впечатление складывается именно сейчас.

Возможно, уже к концу нынешнего года ситуация начнет меняться: новейшие УП AMD, именуемые отныне гибридными, могут стать тем козырем, который переломит ход игры в ее пользу. Как утверждают представители компании, эти гибридные микросхемы с унифицированным доступом графического и общевычислительного

и, следовательно, доля AMD в поставках дискретных графических плат будет снижаться. Собственно, уже по результатам нынешнего обзора можно сделать вывод о фактически неоспоримом превосходстве NVIDIA на рынке дискретной графики для стационарных систем. Не слишком веселая новость для покупателей: слабее конкуренция — выше цены в рознице.

Однако даже о гипотетическом сходе AMD со сцены говорить пока рано — компания продолжает активно бороться за место под солнцем. Недавний анонс гибридных процессоров и стратегии «Never Settle: Reloaded» (включение в комплект поставки дискретных ГП даже среднего ценового диапазона сразу трех игр категории AAA, вроде *Crysis 3*, *Devil May Cry* или *Tomb Raider*) тому живое свидетельство. Вдобавок конкуренция между изготовителями готовых продуктов — дискретных графических адаптеров — остается достаточно острой.

Тайваньский индустриальный ресурс DigiTimes констатировал в середине апреля, что на глобальном рынке поставок графических плат компанию ASUS, традиционно выпускающую продукты на базе ГП и AMD, и NVIDIA, подвинули на третье место по объемам поставленных устройств сразу два более узкоспециализированных изготовителя. Первый, Palit Microsystems (марки Palit и Gainward), ориентирован на выпуск решений только на базе ГП GeForce, хотя формально и не объявлял о прекращении работы над серией плат с графическими процессорами Radeon. Второй, PC Partner, предлагает две серии продуктов: Sapphire с процессорами AMD Radeon и ZOTAC — с NVIDIA GeForce. К тому же и Palit Microsystems, и PC Partner выпускают дискретную графику под марками независимых компаний как контрактные изготовители, — именно по общему объему продукции каждая из них обошла ASUS. Четвертое и пятое места на мировом рынке дискретной графики принадлежат, по состоянию на I квартал нынешнего года, MSI и GIGABYTE соответственно.

Напомним, что традиционная цель наших обзоров дискретной графики — сопоставление в первую очередь *графических процессоров*, а не *графических плат*. Конечно, каждый изготовитель старается по возможности снабдить свой продукт какими-то особыми функциями, которые позволят выделить его из общей массы аналогов. Однако эти функции в основном факультативны. За исключением разве что фабричного разгона и фирменного дизайна печатной платы, а также конструкции охладителя, прямого воздействия на производительность как таковую они не оказывают.

Наша задача — выявить лидера в каждом из четырех рассмотренных ценовых диапазонов, а именно:

- платы начального уровня (не дороже 7 тыс. руб. в российской рознице),
- платы среднего ценового диапазона (7–10 тыс. руб.),
- платы высшего ценового диапазона (10–20 тыс. руб.),
- платы наивысшего ценового диапазона (более 20 тыс. руб.).

Платы начального уровня AMD Radeon HD 7850 1GB GDDR5 (GIGABYTE GV-R785OC-1GD rev. 1.0)

Размерная поступь прогресса в сегменте компьютерной графики отлично видна на временном интервале в год и более. В аналогичном нынешнему обзору графических адаптеров на страницах PC Magazine/RE, 6/2012 модель с Radeon HD 7850 (правда, с 2-Гбайт видеопамью) присутствовала в разряде плат среднего ценового диапазона. И вот, пожалуйста, — теперь мы относим 1-Гбайт версию с тем же графическим процессором уже к решениям начального уровня.

Причина здесь не только во вполне ожидаемом снижении розничных цен на продукт, уже более года имеющийся на рынке. Главное — обострившаяся конкуренция со стороны интегрированных ГП, которые делают все менее осмысленным приобретение дискретного адаптера из соображений «просто чтоб было — ну там, вдруг игру какую запустить захочется?». Все казуальные (нетребовательные в отношении графики, несложные по сюжету, но затягивающие и увлекательные, что касается игрового процесса) игры уже не первый год великолепно идут на встроенной графике. Равно как и множество вполне современных проектов вроде *Diablo III*, готовых обеспечить не просто запуск, но и полный набор ярких игровых впечатлений в отсутствие обособленного графического адаптера.

Таким образом, на дискретную графику начального диапазона цен

обращают внимание более требовательные геймеры. Не настолько требовательные, чтобы выделить на графическую подсистему в бюджете, предназначенном для сборки нового ПК или модернизации уже имеющегося, значительно более 200 долл. Но в то же время ожидающие в итоге ощутимого — в сравнении со встроенной графикой — прироста производительности. AMD Radeon HD 7850 вполне соответствует таким ожиданиям, ведь всего-то год назад его ценовое позиционирование было существенно иным.

Этот графический процессор создан по 28-нм технологии на основе новой микропроцессорной архитектуры GCN с кодовым названием Pitcairn, относящейся к семейству Southern Islands. Небольшой архипелаг Питкэрн, расположенный в южной части Тихого океана, входит в состав заморских территорий Великобритании. В настоящее время это зависимое от Британской короны образование, население которого насчитывает менее полусотни человек, считается самой малонаселенной территориальной единицей планеты.

Впрочем, с технологической точки зрения полноценным воплощением идеологии GCN (Graphics Core Next) следует считать не Pitcairn и тем паче не еще менее производительную Cape Verde, а архитектуру Tahiti с увеличенным числом шейдерных блоков и рядом качественных отличий от младших модификаций 28-нм серии дискретной графики AMD. Так, Radeon HD 7850 отличается от своих старших собратьев подсемейства Tahiti не только количеством структурных элементов,

AMD Radeon HD 7850 1GB GDDR5 (GIGABYTE GV-R785OC-1GD rev. 1.0)

Розничная цена: 5500 руб.

Компания: GIGABYTE Technology,

www.gigabyte.ru

●●●●○

Достоинства. Высокая производительность, ряд фирменных технологий и решений GIGABYTE.

Недостатки. Завышенная цена для не самого нового ГП на рынке.



но и некоторыми особенностями работы с отдельными типами данных. В частности, вычисления удвоенной точности с плавающей точкой выполняются на микросхемах Pitcairn в 16 раз медленнее, чем операции с числами одинарной точности. В случае же, например, Radeon HD 7970 (Tahiti с 2048 активными универсальными потоковыми процессорами) это замедление всего лишь четырехкратное.

Однако перемещение в нижний диапазон цен накладывает на модели, выполненные на базе AMD Radeon 7850, дополнительные ограничения. Так, протестированная в нашей тестовой лаборатории графическая плата GIGABYTE GV-R785OC-1GD оснащена всего 1-Гбайт видеопамью GDDR5. Зато графическое ее ядро работает на повышенной штатной частоте (900 МГц; частота работы ОЗУ стандартная — 4800 МГц). Это решение входит в серию GIGABYTE HD Experience и воплощает в себе ряд фирменных технологий разработчика.

В частности, графический адаптер изготовлен с соблюдением внутреннего стандарта качества Ultra Durable 2, что подразумевает использование дросселей с ферритовыми сердечниками, МОП-транзисторов с пониженным сопротивлением при переключении состояний RDS(on), а также твердотельных конденсаторов с невысоким эквивалентным сопротивлением потерь (ESR). Отводит тепло от микросхем и поверхности платы оригинальная система охлаждения WINDFORCE 2X с двумя крупными вентиляторами, эффективным алюминиевым радиатором и двумя медными тепловыми трубками.

В ходе наших испытаний GIGABYTE GV-R785OC-1GD показала себя весьма достойно, лишь немногим уступив лидеру группы на синтетических тестах (X1866 баллов в 3DMark 11) и игровых приложениях (70 кадр/с для *World in Conflict*, 68 кадр/с для *BattleForge 1.2*; настройки отображения в обоих случаях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080). Для вывода изображения (максимальное число используемых в режиме MultiView дисплеев — четыре) могут применяться разъемы HDMI, DVI-I и два Mini DisplayPort. В целом достойное

AMD Radeon HD 7790 1GB GDDR5 (Sapphire HD 7790 1GB GDDR5 PCI-E DL-DVI-I+DL-DVI-D/HDMI/DP DUAL-X OC Version)

Розничная цена: 5000 руб.
Компания: SAPPHIRE Technology,
www.sapphiretech.com

●●●●○

Достоинства. Новый и достаточно интересный ГП начального уровня, фабричный разгон подразумевает известный «запас прочности».

Недостатки. Невысокая производительность.

и надежное, благодаря Ultra Durable 2, решение, однако розничная цена его представляется несколько завышенной по сравнению с другими сопоставимыми по производительности участниками рассматриваемой группы — с более новыми ГП и вдвое большими объемами видеопамью.

AMD Radeon HD 7790 1GB GDDR5 (Sapphire HD 7790 1GB GDDR5 PCI-E DL-DVI-I+DL-DVI-D/HDMI/DP DUAL-X OC Version)

Традиционный для рынка ГП (да и ЦП) рецепт изготовления промежуточных по производительности микросхем весьма прост. Берется старшая модель процессора, в ней на аппаратном уровне блокируется часть возможностей (доля доступного объема кэш-памяти третьего уровня, один или несколько вычислительных блоков и т. п.), после чего под обновленной маркировкой это решение выходит на рынок. Таким образом можно превращать расходы в доходы, если выход годных полнофункциональных микросхем не слишком велик, или оперативно сокращать запасы маловостребованных дорогих решений, превращая их нехитрой операцией на фабричном программаторе в более доступные и желанные для массового потребителя.

Выпуская нынешней весной микросхему Bonaire, ставшую основой графического процессора Radeon HD 7790, компания AMD отошла от этой схемы. Новинка в серии Southern Islands не стала ни урезанным



по производительности Pitcairn, ни Cape Verde «на стероидах», хотя расположилась на шкалах цены и производительности в точности между построенными на этих микросхемах ГП — HD 7850 и HD 7770 соответственно. Карибский остров Бонэйр, напомним для тех, кто не слишком силен в тропической географии, располагается неподалеку от побережья Венесуэлы и входит в группу Подветренных островов из архипелага Малых Антиль, а политически представляет собой голландское владение — точнее, входит в общину Бонэйр, Синт-Эстатиус и Саба, иначе именуемую Карибскими Нидерландами.

Штатная частота 28-нм графического ядра Bonaire составляет 1000 МГц; оно рассчитано на взаимодействие с 1-Гбайт видеопамью GDDR5 по 128-разрядной шине. Ядро образовано 14 блоками GCN (всего — 896 универсальных потоковых процессоров), содержит 56 текстурных блоков и 16 блоков ROP. Максимальное энергопотребление для Radeon HD 7790 составляет 85 Вт. К особенностям нового ядра, которые позволили AMD говорить в приложении к нему об обновленной концепции GCN 1.1, относятся внутренняя оптимизация в духе архитектуры гетерогенных систем (HSA, Heterogeneous System Architecture) и новая реализация технологии динамического управления питанием PowerTune. Словом, выбирая дискретную графику AMD самого начального уровня, в настоящее время имеет смысл ориентироваться именно на решения Bonaire, а не на морально устаревшие к середине 2013 г. Cape Verde.

Лабораторные испытания

Для выявления потенциала графических процессоров и, соответственно, плат, созданных на их основе, мы воспользовались специализированными синтетическими тестами и прикладными сценариями, которые выполняются на реальных игровых приложениях. Потребительские качества изделий, представленных в обзоре, определялись исходя из комплексной оценки ключевых характеристик и синтетических, и прикладных измерений. Применительно к рассматриваемой категории продуктов нас прежде всего интересовали такие параметры, как производительность, качество изображения на основных режимах, уровень шума, энергопотребление, комплектация и розничная цена.

Новейший пакет синтетических тестов 3DMark 11 компании Futuremark позволил нам оценить быстродействие графического процессора и определить интегральную оценку производительности системы в 2D/3D-приложениях, а также выявить особенности работы шейдерных блоков и измерить их производительность

при выполнении инструкций шейдеров последнего поколения. Мы проводили замеры для трех встроенных наборов — Entry (1024×600), Performance (1280×720) и Extreme preset (1920×1080). Дополнительные синтетические тесты производительности проведены при помощи популярного бенчмарка Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0.

Для оценки потенциала графических плат на реальных 3D-приложениях мы предложили всем участникам тестирования выполнить программу испытаний, основу которой составили встроенные тестовые сценарии популярных игр, ориентированных на современные графические адаптеры — Crysis 1.2.1, World in Conflict, Colin McRae: DiRT2, BattleForge 1.2, Metro 2033.

Заявленные изготовителями значения тактовых частот графических процессоров и видеоОЗУ, а также рабочие температуры ГП под интенсивной нагрузкой определялись посредством утилиты диагностики TechPowerUp GPU-Z.

Сценарий тестов выполнялся под управлением 64-разрядной ОС Windows 7 Enterprise SP1. Стендовое оборудование было представлено платформой на базе системной платы Intel DX79SR, ЦП Intel Core i7-3960X и 8-Гбайт памяти Kingston KHX2400C11D3K4/8GX 8 GB Memory Kit. Система оснащалась 3-Тбайт жестким диском SATA Seagate Barracuda 7200.14 ST3000DM001.

Использовались видеодрайверы AMD Catalyst 13.4 для всех соответствующих карт, кроме AMD Radeon HD 7790 1GB GDDR5. Для AMD Radeon HD 7790 1GB GDDR5 применялся AMD Radeon HD7790 Catalyst Performance Driver 4/17/2013 12.101.2.1, а для решений на ГП GeForce — драйвер NVIDIA GeForce R313 Driver 314.22 2013.03.25.

TechPowerUp GPU-Z

Графический процессор	Графическая плата	Тип памяти	Тактовая частота GPU/Shader МГц	Тактовая частота видеопамяти 3D МГц	Объем памяти Мбайт	Температура ГП после выполнения тестов °C
Платы начального уровня						
AMD Radeon HD 7850	GIGABYTE GV-R785OC-1GD	GDDR5	900	1200×4 (4800)	1024	53
AMD Radeon HD 7790	Sapphire HD 7790	GDDR5	1075	1600×4 (6400)	1024	53
AMD Radeon HD 7770	Sapphire HD 7770 VAPOR-X	GDDR5	1100	1300×4 (5200)	1024	62
NVIDIA GeForce GTX 660	Manli NV GTX660	GDDR5	980	1502×4 (6008)	2048	75
NVIDIA GeForce GTX 650 Ti	Palit GTX650Ti BOOST OC	GDDR5	1006	1527×4 (6108)	2048	69
Платы среднего ценового диапазона						
AMD Radeon HD 7870 XT	Sapphire HD 7870 XT	GDDR5	975	1500×4 (6000)	2048	62
NVIDIA GeForce GTX 660 Ti	ZOTAC GTX 660 Ti	GDDR5	1097	1652×4 (6608)	2048	65
Платы высшего ценового диапазона						
AMD Radeon HD 7950	MSI R7950 Twin Frozr	GDDR5	880	1250×4 (5000)	3072	68
NVIDIA GeForce GTX 680	MSI N680GTX Lightning	GDDR5	1006	1502×4 (6008)	2048	68
NVIDIA GeForce GTX 670	Palit GeForce GTX 670	GDDR5	1006	1527×4 (6108)	2048	71
Платы наивысшего ценового диапазона						
AMD Radeon HD 7970×2	ASUS ARES2-6GD5	GDDR5	1100	1650×4 (6600)	3072×2	74/74
NVIDIA GeForce GTX Titan	ZOTAC GTX TITAN	GDDR5	836	1502×4 (6008)	6144	80
NVIDIA GeForce GTX 690	ZOTAC GTX 690	GDDR5	915	1502×4 (6008)	2048×2	75/75

Особенно, если речь идет о графическом адаптере вроде протестированного нами Sapphire HD 7790 с 1-Гбайт видеопамятью GDDR5 и длинным расширительным названием «PCI-E DL-DVI-I+DL-DVI-D/HDMI/DP DUAL-X OC Version». Указание на разгон (OC, OverClocked) говорит о высоких рабочих частотах данной модели. И действительно, разгонный потенциал ядра Vopaire внушает уважение: здесь мы имеем дело с повышенной до 1075 МГц частотой ГП и до 6400 МГц — видеоОЗУ. Оригинальная система охлаждения располагает двумя большими вентиляторами и двумя тепловыми трубками внутри полукрытого кожуха.

По результатам наших испытаний Sapphire HD 7790 DUAL-X OC Version — самая недорогая в рассматриваемой группе — оказалась на третьем месте по производительности. Ее результат на тесте 3DMark 11 составил X1663 балла, а в игровых приложениях — 51 кадр/с для *Crysis 1.2.1* и 25,0 кадр/с для *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0* (настройки отображения в обоих случаях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080). Не самая мощная дискретная графика даже среди дешевых решений, однако добротная и с весьма завидным показателем удельной производительности на единицу цены — особенно для игр

и приложений, оптимизированных для работы с ГП AMD.

AMD Radeon HD 7770 GHz Edition 1GB GDDR5 (Sapphire HD 7770 GHz Edition 1GB GDDR5 VAPOR-X PCI-E DVI-I/DVI-D/ HDMI/DP OC VERSION)

Графические адаптеры на ГП AMD Radeon HD 7770/7750 принимали участие еще в прошлогоднем тестировании в лаборатории PC Magazine/RE. Однако это не значит, что аналогичные решения первой половины 2013 г. представляют собой застрявшие в прошлом платы на стремительно устаревающей архитектуре. В спецификациях современных продуктов



3DMark 11 Extreme preset (1920x1080)

Графический процессор	Графическая плата	3DMark SCORE	Graphics Score	Physics Score	Combined Score	Graphics Tests 1	Graphics Tests 2	Graphics Tests 3	Graphics Tests 4	Physics Test	Combined Test
		баллы	баллы	баллы	баллы	кадр/с	кадр/с	кадр/с	кадр/с	кадр/с	кадр/с
Платы начального уровня											
AMD Radeon HD 7850	GIGABYTE GV-R785OC-1GD	X1866	1660	10 447	2259	8,4	9,0	8,4	4,9	33,2	10,5
AMD Radeon HD 7790	Sapphire HD 7790	X1663	1489	10 457	1841	7,6	8,3	7,1	4,4	33,2	8,6
AMD Radeon HD 7770	Sapphire HD 7770 VAPOR-X	X1292	1153	10 463	1422	5,9	6,3	5,6	3,4	33,2	6,6
NVIDIA GeForce GTX 660	Manli NV GTX660	X2207	1983	10 653	2492	10,3	10,1	10,2	5,9	33,8	11,6
NVIDIA GeForce GTX 650 Ti	Palit GTX650Ti BOOST OC	X1937	1734	10 639	2198	9,0	8,8	9,0	5,2	33,8	10,2
Платы среднего ценового диапазона											
AMD Radeon HD 7870 XT	Sapphire HD 7870 XT	X2442	2197	10 453	2794	11,7	12,0	10,8	6,3	33,2	13,0
NVIDIA GeForce GTX 660 Ti	ZOTAC GTX 660 Ti	X2963	2689	10 644	3273	14,6	13,8	13,2	8,1	33,8	15,2
Платы высшего ценового диапазона											
AMD Radeon HD 7950	MSI R7950 Twin Frozr	X2699	2427	10 461	3204	13,0	13,4	12,3	6,9	33,2	14,9
NVIDIA GeForce GTX 680	MSI N680GTX Lightning	X3711	3407	10 658	3960	18,2	17,3	16,8	10,2	33,8	18,4
NVIDIA GeForce GTX 670	Palit GeForce GTX 670	X3314	3023	10 640	3610	15,8	15,4	15,0	9,2	33,8	16,8
Платы наивысшего ценового диапазона											
AMD Radeon HD 7970x2	ASUS ARES2-6GD5	X6408	6052	10 438	7000	32,3	33,4	30,1	17,3	33,1	32,6
NVIDIA GeForce GTX Titan	ZOTAC GTX TITAN	X4968	4615	10 648	5392	24,3	23,1	23,6	13,8	33,8	25,1
NVIDIA GeForce GTX 690	ZOTAC GTX 690	X5986	5696	10 627	5818	28,7	28,4	29,7	17,3	33,7	27,1

Игровые тесты, DirectX 11.0 (кадр/с)

Графический процессор	Графическая плата	BattleForge 1.2		4FSAA + AF16x		Metro 2033		4FSAA + AF16x		
		FSAА выкл. + AF выкл.	1280x1024	1920x1080	1280x1024	1920x1080	FSAА выкл. + AF 4x	1280x1024	1920x1080	1280x1024
Платы начального уровня										
AMD Radeon HD 7850	GIGABYTE GV-R785OC-1GD	111	81	95	68	50,0	38,5	42,0	32,0	
AMD Radeon HD 7790	Sapphire HD 7790	104	75	80	56	44,0	34,0	37,5	27,0	
AMD Radeon HD 7770	Sapphire HD 7770 VAPOR-X	77	55	60	43	37,5	29,0	30,0	22,0	
NVIDIA GeForce GTX 660	Manli NV GTX660	94	69	92	66	61,0	44,0	46,0	32,5	
NVIDIA GeForce GTX 650 Ti	Palit GTX650Ti BOOST OC	82	61	82	59	54,0	38,5	42,0	29,5	
Платы среднего ценового диапазона										
AMD Radeon HD 7870 XT	Sapphire HD 7870 XT	116	85	103	77	51,0	43,0	50,0	36,0	
NVIDIA GeForce GTX 660 Ti	ZOTAC GTX 660 Ti	132	99	127	92	58,5	48,0	50,5	37,0	
Платы высшего ценового диапазона										
AMD Radeon HD 7950	MSI R7950 Twin Frozr	149	111	129	95	59,0	49,5	50,5	41,5	
NVIDIA GeForce GTX 680	MSI N680GTX Lightning	158	121	156	115	88,0	64,5	66,0	46,5	
NVIDIA GeForce GTX 670	Palit GeForce GTX 670	141	106	140	102	83,5	61,0	62,0	45,5	
Платы наивысшего ценового диапазона										
AMD Radeon HD 7970x2	ASUS ARES2-6GD5	245	217	258	216	62,0	58,5	61,0	60,5	
NVIDIA GeForce GTX Titan	ZOTAC GTX TITAN	184	156	192	150	105,5	85,0	88,5	64,0	
NVIDIA GeForce GTX 690	ZOTAC GTX 690	232	187	232	181	116,0	97,5	100,0	77,5	

на базе Radeon HD 7770 встречается, как правило, уточнение «GHz Edition» — указание на то, что штатная их частота выведена на уровень 1 ГГц. Розничная цена на такой продукт в то же самое время оказывается заметно ниже, чем на более актуальные его аналоги (скажем, на HD7790). Производительность (особенно в реальных приложениях) — тоже, однако экономия по сравнению с более дорогими графическими платами того же класса гораздо ощутимее, чем потеря в количестве кадров в секунду.

Кодовое обозначение графического ядра, на котором строится AMD Radeon HD 7770, — Cape Verde.

В отечественной географической традиции название этого островного государства в Центральной Атлантике записывается как «Кабо-Верде» (острова Зеленого Мыса); здесь мы снова имеем дело с приверженностью AMD романтике морских просторов при именовании своих новых продуктов. 28-нм микросхема Cape Verde построена в соответствии с идеологией GCN по 28-нм технологии, содержит 1,5 млрд. транзисторов, 640 арифметически-логических устройств для расчетов с плавающей точкой. Частота ядра Cape Verde может достигать 1 ГГц, оно обменивается данными с видеопамятью GDDR5 по 128-разрядной шине, содержит

40 текстурных блоков и 16 блоков ROP (растровых операций; имеется в виду финальное наложение текстур с учетом эффектов глубины и фактуры поверхности), особенно актуальное для приложений, совместимых с DirectX 11).

Традиционно для современных решений AMD, рассматриваемая микросхема поддерживает многомониторные конфигурации — вплоть до шести независимых либо работающих в связке дисплеев, — а также стандарты HDMI 1.4a и DisplayPort 1.2. Присутствует совместимость с новомодной шиной внутрикомпьютерного обмена данными PCI Express 3.0, хотя для графической платы начального уровня удвоение

AMD Radeon HD 7770 GHz Edition 1GB GDDR5 (Sapphire HD 7770 GHz Edition 1GB GDDR5 VAPOR-X PCI-E DVI-I/DVI-D/ HDMI/DP OC Version)

Розничная цена: 4400 руб.
Компания: SAPPHIRE Technology,
www.sapphiretech.com

●●●●○

Достоинства. Привлекательная цена, фабричный разгон подразумевает известный «запас прочности», продуманная система охлаждения.

Недостатки. Невысокая производительность.



пропускной способности при работе с ЦП — не самая требуемая особенность. А единственный шестиконтактный разъем питания, необходимый для функционирования AMD Radeon HD 7770, — безусловный плюс с точки зрения экономии энергии. Расчетный максимум энергопотребления платы — 80 Вт.

Мы протестировали графическую плату Sapphire HD 7770 GHz Edition 1G GDDR5 VAPOR-X PCI-E DVI-I/DVI-D/HDMI/DP OC Version. Длинное название указывает на ряд ее ключевых особенностей. Прежде всего — на соответствие спецификации «GHz Edition», т. е. на использование в данном случае ГП, уже на фабрике обладавшего повышенной до 1 ГГц рабочей частотой. Примечание «OC Version» свидетельствует о дополнительном разгоне, которому ГП подвергся на производственных линиях изготовителя графической платы. Действительно, реальная рабочая частота графического ядра в данном случае составляет 1100 МГц, а ОЗУ — 5200 МГц.

Еще одно обозначение в составе названия графического адаптера, «VAPOR-X», указывает на примененную Sapphire при его изготовлении фирменную технологию испарительной камеры, позволяющую отбирать тепло от ГП эффективнее, чем традиционная медная пластина, пронизанная тепловыми трубками. Улучшенный теплоотвод означает и сокращение

энергопотребления, и снижение уровня шума даже под максимальными нагрузками. Такую графическую плату проще подвергать дальнейшему разгону — уже на страх и риск непосредственного владельца и пользователя. Стабильность работы системы под повышенными нагрузками обеспечивают фирменные дроссели Sapphire под названием Black Diamond (на 10% более прохладные и на 25% более энергоэффективные под аналогичными нагрузками, чем обычные, утверждает изготовитель), а также твердотельные конденсаторы.

Все эти ухищрения, направленные на рост итоговой производительности графического адаптера, дают вполне ощутимый эффект. Sapphire HD 7770 GHz Edition VAPOR-X OC Version достигает очень неплохих результатов по меркам прошлогодней архитектуры Cape Verde: X1292 балла на тесте 3DMark 11, 79 кадр/с для *Colin McRae: DiRT2* и 22,0 кадр/с для *Metro 2033* (настройки отображения в обоих случаях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080). В рассматриваемой категории решений начального уровня это самые невысокие результаты, однако для комфортной игры (тем более — на мониторе с разрешением ниже Full HD) и их в большинстве случаев окажется достаточно. Розничная цена этой платы — самая привлекательная в группе.

NVIDIA GeForce GTX 660 2GB GDDR5 (Manli NV GTX660 2GB DDR5 192bit 2*DL-DVI HDMI display port1.2 PCI-E3.0)

Титан — очень важный элемент в рамках микропроцессорной архитектуры

NVIDIA Kepler; в этом мы еще неоднократно сможем убедиться при подробном рассмотрении участников испытаний. В данном случае важно учитывать, что ГП с индексом GeForce GTX 660 в корне отличается от 660 Ti: если первый, рассматриваемый в настоящем разделе, относится к нижней ценовой категории, то второй представляет среднюю. Они даже построены на разных графических ядрах (GK106 и GK104 соответственно), т. е. младшее здесь не представляет собой незатейливо усеченное по возможностям старшее.

И в этом есть серьезный резон: на базе достаточно мощного ядра GK104 созданы все бывшие флагманскими в прошлом году решения NVIDIA GeForce, включая GTX 680. Даже если на изготовление менее производительных ГП пускать микросхемы из разряда частичного брака (с не просто отключенными, но фактически неработоспособными отдельными вычислительными блоками), все равно их производство обходится недешево. А когда технологический процесс налаживается и брака становится меньше, еще обиднее волонтеристски урезать по возможностям полнофункциональное ядро, чтобы продать его в составе более дешевого (и потому более востребованного) ГП.

Так что разработка и запуск в производство прошлой осенью графического ядра GK106 стали со стороны NVIDIA вполне логичным шагом. Тогда, правда, 660-я модель была ориентирована на нижнюю страту среднего ценового диапазона, тогда как к середине нынешнего года переместилась уже в начальную ценовую категорию. И проявила себя в ней самым выдающимся образом. Микросхема GK106 изготавливается по стандартной на сегодня для дискретных графических решений 28-нм технологии, содержит более 2,5 млрд. транзисторов. При стандартных частотах графического ядра (980 МГц) и 2-Гбайт видеоОЗУ GDDR5 (6008 МГц) микропроцессор GeForce GTX 660 выходит на теоретические максимальные значения производительности в 1,88 Гфлопс для 32-разрядных и 0,24 Гфлопс — для 64-разрядных вычислений с плавающей точкой.

Отметим здесь важность именно 2-Гбайт быстрой видеопамати в стандартной комплектации графического процессора. В современных условиях требовательные к производительности ГП игры все чаще запускают на дисплеях с разрешением Full HD, да еще с применением полноэкранный сглаживания высших порядков и на максимальных настройках качества. Такой режим отображения предполагает оперирование огромными объемами видеоданных, и типичного еще для прошлого года 1-Гбайт ОЗУ будет просто недостатком в этой ситуации. Более того, и 2-Гбайт память GDDR5 может в иных случаях оказаться мала — хотя игроки, которым необходимо бескомпромиссное качество картинки на мониторе с разрешением более 1980×1020, вряд ли примутся подбирать себе дешевые графические адаптеры.

А графическая плата Manli NV GTX660, которая представляет в наших испытаниях ГП GeForce GTX 660, в полной мере относится к категории дешевых, пусть фактически и оказывается дороже прочих участников рассматриваемой группы. Свою несколько превосходящую 200 долл. в отечественной рознице цену она полностью оправдывает отличными показателями производительности. Укажем на X2207 баллов на тесте 3DMark 11, 58 кадр/с на *Crysis 1.2.1* и 35,2 кадр/с для *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0* (настройки отображения в обоих случаях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080).

NVIDIA GeForce GTX 660 2GB GDDR5 (Manli NV GTX660 2GB DDR5 192bit 2*DL-DVI HDMI display port1.2 PCI-E3.0)

Розничная цена: 6500 руб.
Компания: Manli Technology Group,
www.manli.com



Достоинства. Удачный новый ГП начального уровня, 2-Гбайт видеоОЗУ, отличная производительность.

Недостатки. Высокая цена, значительный нагрев под нагрузкой.

Причем эти результаты плата демонстрирует при штатных рабочих частотах ядра и памяти, тем самым оставляя компьютерным энтузиастам определенный простор для дальнейшего самостоятельного разгона (на свой страх и риск, разумеется). Конструкция решения, выпущенного под маркой Manli, практически не отличается от эталонного для NVIDIA GeForce GTX 660 — тот же единственный турбинный вентилятор средних габаритов на дальней (от установочной скобы) стороне закрытого пластикового кожуха.

Изготовитель гарантирует использование исключительно твердотельных конденсаторов, что в сочетании с неплохим «запасом прочности» самого ГП обеспечивает вполне стабильную и высокопроизводительную работу под солидными игровыми нагрузками. Наши измерения свидетельствуют, что по окончании прогона весьма интенсивного нагрузочного теста *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0* температура Manli NV GTX660 достигла 75°C — это заметно выше, чем у прочих представителей рассматриваемой группы. Однако в хорошо вентилируемом корпусе геймерского ПК (а только в такой корпус и поместится этот адаптер длиной 340 мм) никаких дополнительных сложностей с теплоотводом при использовании этого решения ожидать не приходится.

NVIDIA GeForce GTX 650 Ti 2GB GDDR5 (Palit GTX650Ti BOOST OC 2048M GDDR5 192B DUAL-DVI HDMI DP)

Большинство тех, кто играет в компьютерные игры, выбирают дешевые графические адаптеры. Если вообще

обращают внимание на дискретные ГП, разумеется: по данным игровой онлайн-службы Steam, самый популярный графический процессор среди ее пользователей — Intel HD Graphics 3000 с долей 4,17%; за ним следуют NVIDIA GeForce GTX 560 Ti (2,76%), Intel HD Graphics 4000 (2,57%) и NVIDIA GeForce GTX 550 Ti (2,44%). Если просуммировать ГП по производителям, картина будет уже не столь удручающей: на долю интегрированной графики Intel придется лишь 13,26%, тогда как на решения AMD и NVIDIA — 33,62 и 52,73% соответственно (все данные — за апрель 2013 г.).

Однако общую тенденцию эта статистика указывает верно: чем дешевле компьютерная графика, тем более востребована она рынком. Именно поэтому разнообразие недорогих карт настолько велико: изготовители стремятся перекрыть своими предложениями буквально все субниши потенциального спроса. Для покупателей графических плат начального уровня имеет принципиальное значение, попадает ли конкретная плата в ценовой диапазон 150–175 долл. или 175–200 долл. Именно поэтому в модельный ряд NVIDIA в последние годы вернулись решения с индексами Ti — промежуточные между «основными номерами», позволяющие сделать спектр доступных потенциальным покупателям моделей более равномерным.

Графический процессор GeForce GTX 650 Ti Boost — именно такое промежуточное решение, призванное закрыть ценовой провал между моделями GeForce GTX 650 Ti и GeForce GTX 660. С точки зрения покупателей средних и тем более старших моделей ГП, этот «провал» выглядит, надо полагать, едва заметной щелочкой, однако существенная доля геймеров и компьютерных энтузиастов объективно вынуждена рассчитывать свои бюджеты самым тщательным образом — и потому будет стремиться сэкономить каждый доллар, не поступаясь при этом, насколько возможно, производительностью дискретной графики. Именно такие пользователи с особым воодушевлением встречают штатно разогнанные (на уровне даже



не изготовителя собственно графической платы, а на уровне создателя ГП) решения. Именно такому разгону и подвергнута микросхема GeForce GTX 650 Ti Boost в сопоставлении с оригинальной GeForce GTX 650 Ti.

Штатные рабочие частоты графического ядра и видеопамяти в случае GeForce GTX 650 Ti Boost полностью соответствуют тем, что типичны для модели GTX 660, — 980 и 6008 МГц соответственно. Число универсальных процессоров и блоков текстурирования совпадает с аналогичными величинами для GTX 650 Ti — 768 и 64 штуки. Блоков растеризации здесь 24, как в относительно более старшей модели, а не 16, как в младшей. К тому же разрядность шины видеопамяти увеличена до 192 бит. В результате подрос предельный тепловыдел (до 134 Вт — со 110 Вт, характерных для GTX 650 Ti).

Стоило ли NVIDIA городить огород, создавая такой промежуточный графический процессор — в надежде привлечь симпатии еще некоторого количества стесненных в средствах компьютерных энтузиастов? Ведь, очевидно, только подлинный энтузиаст даст себе труд разбираться в том, какие именно технологические детали отличают GeForce GTX 650 Ti Boost от сопоставимых по цене и производительности решений. Очевидно, стоило: как показывают наши испытания, построенная на этом ГП графическая карта может оказаться привлекательной покупкой за свои деньги.

Мы изучили в данном случае адаптер Palit GTX650Ti BOOST OC 2048M — как видно по названию, дважды разогнанный: и на уровне самого ГП (BOOST), и на уровне итогового решения (OC). Результат — второй в группе, причем идущий вслед за лидером с небольшим отрывом: X1937 баллов на тесте 3DMark 11, 74 кадр/с на *World in Conflict* и 137 кадр/с на *Colin McRae: DiRT2* (настройки отображения в обоих случаях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080). Учитывая, что разница в цене с указанным лидером группы составляет около 20%, эта небольшая уступка в производительности за столь ощутимые деньги для многих потенциальных покупателей окажется более чем приемлемой.

При этом вся схемотехника Palit GTX650Ti BOOST OC 2048M уместилась на весьма компактном куске текстолита: длина платы заметно менее 200 мм, что позволяет свободно устанавливать ее в небольшие элегантные корпуса. Два крупных вентилятора обеспечивают неплохой отвод тепла от ГП и микросхем видеопамяти: по завершении прогона *Unigine Heaven Benchmark 4.0* графическая плата оказалась нагрета до 69°C, что вполне приемлемо для современных настольных систем. В итоге имеем вполне достойный по соотношению цены и производительности адаптер, готовый удовлетворить самых требовательных из экономных (и самых экономных из требовательных) компьютерных энтузиастов.

Платы среднего ценового диапазона

AMD Radeon HD 7870 XT 2GB GDDR5 (Sapphire HD 7870 XT 2GB GDDR5 PCI-E HDMI/DVI-I/DUAL MINI DP WITH BOOST)

В марте 2012 г. AMD пополнила семейство Southern Islands двумя новинками 7800-й серии — Radeon HD 7870 и 7850. Ядро Pitcairn, которое чуть выше мы рассматривали в урезанном варианте, в случае 7870-й модели предстает уже полнофункциональным — с двумя десятками вычислительных блоков GCN, что, в свою очередь, подразумевает 1280 универсальных скалярных процессоров, 32 блока растеризации, 80 текстурных блоков. Рабочие частоты графического процессора/памяти составляют 1000/1200 МГц (эффективная частота передачи данных в видеопамять — 4800 МГц), а штатный объем видеоОЗУ GDDR5 — 2 Гбайт. Никуда не делись 28-нм технология и поддержка новейшего стандарта PCI Express 3.0.

Фирменные технологии энергосбережения AMD PowerTune и AMD ZeroCore Power позволяют в значительной степени держать в узде энергопотребление столь мощного вычислительного устройства. К услугам владельцев плат на базе ядра Pitcairn технология AMD Eyefinity 2.0, которая позволяет выводить на несколько дисплеев (числом до шести) картинку с суммарным разрешением вплоть до 16384×16384 пикселей. Доступно и стереоскопическое отображение, благодаря AMD HD3D Technology, а также аппаратное ускорение перекодирования видео при помощи разработки AMD Video Codec Engine (VCE), заметно снижающее нагрузку на процессор в ходе оцифровки со сжатием DVD- или BD-фильмов, например.

Не слишком внимательные потенциальные покупатели, располагающие суммой до 10 тыс. руб., сегодня могут и не обратить внимания на платы AMD Radeon HD 7870 XT. Мало кто задумается над тем, а что, собственно, это самое «XT» в конце наименования означает. Наверняка ведь опять какое-то фабричное повышение частоты, выражающееся в считанных процентах прироста общей производительности.

NVIDIA GeForce GTX 650 Ti 2GB GDDR5 (Palit GTX650Ti BOOST OC 2048M GDDR5 192B DUAL-DVI HDMI DP)

Розничная цена: 5500 руб.

Компания: Palit Microsystems, www.palit.biz

●●●●○

Достоинства. Разогнанный ГП, 2-Гбайт видеоОЗУ, привлекательная цена.

Недостатки. Невысокая производительность.



AMD Radeon HD 7870 XT 2GB GDDR5 (Sapphire HD 7870 XT 2GB GDDR5 PCI-E HDMI/DVI-I/ DUAL MINI DP WITH BOOST)

Розничная цена: 8000 руб.
Компания: SAPPHIRE Technology,
www.sapphiretech.com

●●●●○

Достоинства. Незначительный нагрев под нагрузкой, фабричный разгон подразумевает известный «запас прочности», продуманная система охлаждения.

Недостатки. Невысокая производительность.



И окажутся в корне неправы, потому что HD 7870 XT принципиально отличается от «просто» HD 7870. Во втором случае, только что рассмотренном чуть выше, для построения ГП использовано графическое ядро Pitcairn (точнее, во внутренней документации оно обозначается как Pitcairn XT, чтобы отличать его от менее функционального Pitcairn, использованного в моделях HD 7850). Тогда как HD 7870 XT, даром что и здесь тоже упоминается «XT», — совершенно иное дело. Этот ГП построен на существенно урезанном, зато изначально более производительном ядре Tahiti — модификации Tahiti LE.

В результате появившиеся в начале этого года на рынке дискретные адаптеры с графическими процессорами Radeon HD 7870 XT обладают увеличенным числом шейдерных и текстурных блоков в сравнении с моделями на Radeon HD 7870 (1536 против 1280 и 96 против 80 соответственно). Невольно подросла и характерная потребляемая мощность в 3D-режиме — со 190 до 200 Вт. С возросшей потребностью в теплоотводе надо что-то делать — и разработчики изученной нами графической платы Sapphire HD7870 XT WITH BOOST предложили оригинальную конструкцию охладителя с двумя довольно крупными вентиляторами.

После усердной работы над тестом Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0 температура этой платы составила 62°C —

очень неплохое значение для продемонстрированной изделием Sapphire мощности. Итоги испытаний на синтетических тестах и реальных приложениях тоже хороши, особенно с учетом разумной розничной цены платы: X2442 балла на тесте 3DMark 11, 77 кадр/с в *BattleForge 1.2* и 68 кадр/с в *Crysis 1.2.1*.

В дополнение к авторазгону графического адаптера под 3D-нагрузкой (когда благодаря технологии AMD PowerTune Boost собственная частота ядра повышается со штатных 925 до 975 МГц) изготовитель предложил свое программное решение — TriXX. Эту утилиту можно свободно скачать с сайта компании и развернуть на своем ПК, после чего владельцу модели Sapphire HD7870 XT WITH BOOST становится доступна регулировка напряжения на ГП, частоты вращения вентиляторов, а также частот ГП и видеопамяти. Достигнув успеха в настройке уверенно работающей конфигурации разгона, есть смысл сохранить полученные параметры в личном профиле,

чтобы затем при необходимости быстро возвращаться к ним прямо из ОС, не перезагружая компьютер.

NVIDIA GeForce GTX 660 Ti 2GB GDDR5 (ZOTAC GTX 660 Ti AMP! Extreme Edition 2GB 192BIT DDR5)

Разработчики микропроцессоров за несколько последних лет сами приутили рынок к очень высокому темпу появления новых разработок. Поэтому отсутствие свежей (или хотя бы существенно модифицированной) архитектуры на протяжении года-полутора уже начинает восприниматься потребителями и обозревателями с некоторой нервозностью. Хорошо ли идут у компании дела? Достаточно ли средств она вкладывает в НИОКР? Не почищают ли на лаврах ее инженеры?

При этом реальный срок, на протяжении которого разрабатывается по-настоящему новая микропроцессорная технология, может составлять и три года, и пять, и семь. Но не идти на поводу у рынка невозможно, — маркетинговые соображения для современного бизнеса ничуть не менее важны, чем технологические. Вот и появляются на свет формально новые микросхемы, на деле представляющие собой перелицованные и перемаркированные разработки прежних лет. А что делать; спрос рождает предложение! Массовому потребителю важно, чтобы новенький графический адаптер (в данном случае речь именно об этой категории продуктов) щеголял свежим буквенно-цифровым обозначением и демонстрировал зримый

NVIDIA GeForce GTX 660 Ti 2GB GDDR5 (ZOTAC GTX 660 Ti AMP! Extreme Edition 2GB 192BIT DDR5)

Розничная цена: 9300 руб.
Компания: ZOTAC, www.zotac.com

●●●●●

Достоинства. Отличная производительность, удачный ГП со значительным разгонным потенциалом.

Недостатки. Высокая цена.



прирост производительности по сравнению с предшествующей моделью. Что именно при этом скрывается под крышкой процессорного корпуса, волнует лишь узкий круг компьютерных энтузиастов.

Вот и NVIDIA, выпуская минувшим летом очередной формально новый продукт — GeForce GTX 660 Ti с 2-Гбайт видеопамью GDDR5 — не слишком усердствовала с изобретением велосипеда. Тем более что архитектура Kepler, на создание которой ушло немало лет, действительно предоставляет огромный простор для гибкого конфигурирования графических ядер, нацеленных на достижение той или иной конкретной производительности. На заполнение ниш между выпущенными ранее моделями, проще говоря. В зазор показателей цены/мощности, зиявший некоторое время между ГП GeForce GTX 670 с 2048-Мбайт (Kepler) и GTX 580 с 1536-Мбайт видеоОЗУ (Fermi), и поместился рассматриваемый нами GeForce GTX 660 Ti.

За основу, таким образом, было взято самое новое на тот момент графическое ядро семейства Kepler, GK104, — и еще более урезано по возможностям, чем в реализации GeForce GTX 670. Это важный момент: в модели GeForce GTX 660, которая относится к низшей ценовой категории, используется принципиально менее производительное ядро GK106. А здесь — в версии GTX 660 Ti — над обходом графических задач трудится именно GK104. Во многом аналогичное тому, что работает в составе ГП серии 670: с теми же 1344 унифицированными шейдерными процессорами, с теми же 112 текстурными блоками — только количество блоков растеризации сократилось с 32 до 24, да ширина шины памяти уменьшилась с 256 до 192 бит. Максимальный расчетный уровень энергопотребления GTX 660 Ti составляет при этом около 150 Вт, т. е. в отношении энергоэффективности это решение оказывается весьма привлекательным.

Вряд ли GeForce GTX 660 Ti приобретут те, кто лишь в прошлом году модернизировал свою игровую

AMD Radeon HD 7950 3GB GDDR5 (MSI R7950 Twin Frozr 3GD5 V2/OC)

Розничная цена: 12 тыс. руб.

Компания: Micro-Star Int'l, ru.msi.com

●●●●○

Достоинства. Привлекательная цена, фабричный разгон подразумевает известный «запас прочности», продуманная система охлаждения.

Недостатки. Невысокая производительность.



Платы высшего ценового диапазона

AMD Radeon HD 7950 3GB GDDR5 (MSI R7950 Twin Frozr 3GD5 V2/OC)

Почти полтора года назад в массовое производство был запущен второй по абсолютной мощности, но никак не по значению графический процессор семейства AMD Southern Islands — Radeon HD 7950. Основным соперником этого ГП стала микросхема NVIDIA GeForce GTX 580, появившаяся на рынке ранее. В прошлом году графическая плата на основе Radeon HD 7950 оказалась в тестовой лаборатории PC Magazine/RE, угодив в наивысший ценовой диапазон, и продемонстрировала отличные результаты. Фактически, если бы к тому моменту на рынок не вышли первые представители новейшего семейства NVIDIA, Kepler, именно 7950-я модель AMD заслуживала бы победы в реалистичном зачете, принимая во внимание запредельные ценовое позиционирование и тепловыделение более мощных решений.

От современного ему флагмана серии Southern Islands с индексом 7970 рассматриваемый ГП отличается минимально (фактически на той же микросхеме заблокирована часть логических элементов). Микропроцессор Tahiti Pro, лежащий в основе AMD Radeon HD 7950, предлагает те же кардинальные нововведения (на момент своего появления) вроде архитектуры GCN и поддержки Eyefinity 2.0. Тот же штатный объем видеопамью (3-Гбайт GDDR5), те же 32 блока ROP, та же 384-разрядная шина данных. Разница в том, что из 32 мультипроцессоров (блоков GCN), которые есть у 7970-й модели,

систему на графическую плату с 570-м ГП. Слишком уж невелик окажется прирост вычислительной мощности — даже за те далеко не заоблачные деньги, за которые продается сейчас эта «титановая» модель. А энтузиасты, в последний раз менявшие дискретную графику на что-то более мощное два и более года назад, наверняка задумаются над такого рода модернизацией. И вполне вероятно, ее произведут: скоростные характеристики GTX 660 Ti с учетом ее розничной цены выглядят очень привлекательно.

В рамках наших испытаний мы рассмотрели реализацию этого ГП в составе графической платы ZOTAC GTX 660 Ti AMP! Extreme Edition. Здесь применен усиленный фабричный разгон: увеличена рабочая частота графического ядра с 915 до 1098 МГц. В комплект поставки коробочной версии входит трогательный коврик для мыши Roccat Taito; оригинальная полуоткрытая система охлаждения с двумя яркими крупными вентиляторами обеспечивает неплохой для такой производительности теплоотвод: по итогам исполнения теста *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0* температура на плате достигла 65°C. Синтетическая производительность платы в испытании 3DMark 11 составила X2963 балла (побольше, чем у отдельных представителей следующего, высшего ценового диапазона), а в игровых приложениях — 42,7 кадр/с на том же тесте *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0* и 92 кадр/с в *BattleForge 1.2*. Отличное решение за свои деньги.

в 7950-й фабричным образом отключены четыре.

В итоге число потоковых процессоров сократилось до 1792, текстурных блоков — до 112. Кроме того, штатные рабочие частоты процессора/памяти снизились до 800/1250 (эквивалентных 5000) МГц, а пиковое энергопотребление составляет всего (для столь производительного решения) 200 Вт. Кстати, наши замеры после прогона тестовой утилиты Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0 показали, что графический адаптер с процессором Radeon HD 7950 нагрелся до 68°C — точно такой же результат продемонстрировал и лидер рассматриваемой группы «высшего диапазона цен».

На сей раз мы испытали этот ГП в воплощении MSI R7950 Twin Frozr 3GD5 V2/OC — с фабричным разгоном ядра до 880 МГц и рядом фирменных технологий компании-изготовителя. Разумеется, такое решение с достаточно ощутимой ценой логично «зарядить» функциональностью по максимуму. Приобретать его наверняка будут записные геймеры, не чуждые простых радостей однокнопочного разгона, и без достойного «запаса прочности» в таком случае не обойтись.

Рассматриваемая графическая плата создана с соблюдением внутреннего стандарта качества компонентов MSI Military Class III, что подразумевает использование специализированных конденсаторов Hi-c CAP в «обвязке» питания ГП, твердотельных дросселей для оптимизации разгона и полностью твердотельных конденсаторов с увеличенным сроком службы. Оригинальная система охлаждения Twin Frozr III с двумя крупными вентиляторами (даже крыльчатки их — особой формы) и полукрытым кожухом обеспечивает, по утверждению фирмы-изготовителя, на 20% повышенный воздушный поток по сравнению с эталонной конструкцией, а также на 10°C сниженную рабочую температуру и на 13,7 дБ более низкую шумность. Подтверждаем: шумит модель R7950 Twin Frozr 3GD5 V2/OC и впрямь не слишком сильно.

Фирменная утилита MSI Afterburner предоставляет в распоряжение владельца платы возможности разгонять

ее, контролировать частоту вращения вентиляторов и тестировать стабильность текущей конфигурации прямо из Windows. Наверняка требовательные геймеры пожелают воспользоваться этой утилитой, поскольку ГП почти полторагодовой давности показывает себя не самым высокопроизводительным в рассматриваемой группе, выдавая лишь X2699 баллов на тесте 3DMark 11, 154 кадр/с на *Colin McRae: DiRT2* и 41,5 кадр/с на *Metro 2033*.

NVIDIA GeForce GTX 680 2GB GDDR5 (MSI N680GTX Lightning)

Архитектура Kepler сменила в 2012 г. Fermi, продержавшуюся на рынке почти два полных года, и сразу же привлекла внимание обозревателей и пользователей тем, насколько серьезно NVIDIA подошла к проблеме энергоэффективности. Помнится, за почти 300-Вт тепловыделением GeForce GTX 480 компании не попенял только ленивый — и претензии эти были учтены в самой полной мере. Пиковая

MSI N680GTX Lightning со своим интегральным индексом X3711 демонстрирует здесь бесспорное превосходство. Да и в реальных приложениях она проявляет себя отменно, выходя на тесте *BattleForge 1.2* на 115 кадр/с, а на *Crysis 1.2.1* — на 73 кадр/с.

Строго говоря, адаптер MSI N680GTX Lightning настолько хорошо не только из-за наличия в его составе ГП GeForce GTX 680. Да, основной вклад в производительность вносит само графическое ядро, однако компания-изготовитель в данном случае особенно тщательно поработала над тем, чтобы прочие компоненты, размещенные на печатной плате и над ней, ему наилучшим образом соответствовали. Неслучайно этот адаптер относится к семейству Lightning — наиболее передовому в спектре дискретной графики MSI. Его целевая аудитория — не рядовые «гонщики» и уж тем паче не казуальные геймеры, а самые что ни на есть экстремальные оверклокеры. Плата подвергнута фабричному

NVIDIA GeForce GTX 680 2GB GDDR5 (MSI N680GTX Lightning)

Розничная цена: 16 тыс. руб.
Компания: Micro-Star Int'l, ru.msi.com



Достоинства. Отличная производительность, разумный уровень нагрева под нагрузкой, ряд фирменных технологий MSI.

Недостатки. Значительная цена.



потребляемая мощность 680-го ГП заявлена на уровне 195 Вт. Обратите внимание на наши тестовые таблицы: после прогона *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0* температура графической платы, которая представляет в рамках настоящего тестирования этот графический процессор, достигла ровно такого же значения (68°C), что мы зафиксировали и у другого представителя группы «высший диапазон цен». Разница показателей синтетического теста 3DMark 11 для двух этих решений почти достигает полутора раз:

разгону по частоте графического ядра — до 1110 МГц против эталонных 1006 МГц.

В перечень фирменных особенностей модели N680GTX Lightning входят Unlocked Digital Power (разблокированный BIOS, цифровой контроллер PWM и усовершенствованная подсистема питания с удвоенной выходной мощностью), GPU Reactor (особая конструкция на тыльной стороне графической платы, напротив ГП, призванная добиться повышенной мощности в процессе разгона при одновременном

снижении уровня шума), двухвентиляторная система охлаждения Twin Frozr IV особой конструкции для предотвращения скопления пыли.

Разумеется, здесь нашли применение схемотехнические компоненты Military Class III (CopperMOS, Hi-c CAP, Golden SSC и Dark Solid CAP), отвечающие требованиям военного стандарта США MIL-STD-810G. В комплект поставки адаптера входят гибкий мостик SLI, два переходника питания с шести- на восьми-контактные разъемы, кабели-щупы для непосредственного контроля напряжения на специально предусмотренных точках замера, переходник DVI/VGA. Многочисленные фирменные утилиты MSI (Live Graphics Card BIOS, Live Graphics Card Driver, StarOSD, Dual Core Center и т. п.) дополнительно облегчат жизнь вечно занятого оверклокера, позволяя сосредоточиться на самом процессе разгона, а не на утомительном этапе подготовки к нему.

Главное нововведение, реализованное NVIDIA в рамках микроархитектуры Kepler (помимо перехода на более миниатюрный техпроцесс), — изменение структуры графического ядра. Элементарные шейдерные процессоры (ядра CUDA) компонуются теперь в более крупные мультипроцессоры (содержащие в GK104 по 192 ядра CUDA вместо 48 ранее). Поточковые мультипроцессоры снабжаются также удвоенным количеством блоков диспетчеризации и обработки текстур, а сами шейдерные процессоры работают теперь на собственной частоте ядра, а не на удвоенной, как было прежде. К тому же частично логические процедуры управления потоком команд перенесены с аппаратного уровня на программный — определенный их объем выполняет компилятор, а не специализированные транзисторные цепи ГП.

Такой подход должен способствовать формированию действенного баланса между производительностью, энергоэффективностью, сложностью изготовления и физическими размерами 28-нм ядра. Наши испытания подтверждают: способствует. NVIDIA декларирует удвоение удельной

производительности Kepler на ватт потребляемой мощности в сравнении с Fermi — и, опять-таки, судя по результатам тестов (особенно синтетических), это утверждение достаточно близко к действительности.

NVIDIA GeForce GTX 670 2GB GDDR5 (Palit GeForce GTX 670 JETSTREAM (2048MB GDDR5))

С момента появления на рынке старших графических адаптеров семейства NVIDIA Kepler 670-я модель идет в связке с 680-й, обеспечивая почти те же производительность и функциональность, но — за заметно более разумные деньги, что очень важно для тех, кто не гонится за абсолютными рекордами, но хочет играть в самые современные игры на мониторах высокого разрешения и с высшими настройками сложности. Пусть не с самым большим из возможных числом fps, но и без раздражающего слайд-шоу вместо плавной смены кадров. К тому же две графические платы из серии «сразу за флагманом», спаренные с помощью SLI или CrossFireX, обойдутся примерно в ту же сумму, что и пресловутый флагман, — а суммарную производительность будут демонстрировать более завидную.

На сегодня бесспорный лидер семейства Kepler — уже не GeForce GTX 680, так что модель с индексом 670 переместилась со второго места в абсолютном зачете вычислительной мощности решений NVIDIA на третье (а то и на четвертое: во время

подготовки этого номера в печать пришло официальное известие о скором появлении в российской рознице ГП GeForce GTX 780). Это сделало ее еще привлекательнее в отношении цены: рассматриваемый нами адаптер Palit GeForce GTX 670 JETSTREAM лишь немногим уступает лидеру группы в реальных приложениях (50,6 кадр/с на тесте *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0*, 102 кадр/с на *BattleForge 1.2*), а цена его почти не отличается от назначенной за аутсайдера группы. Да и на синтетическом тесте 3DMark 11 достижения этой графической платы весьма впечатляют: X3314 интегральных баллов (настройки отображения во всех указанных испытаниях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080).

Конструкторы Palit JetStream GTX 670 создали оригинальную двухвентиляторную систему охлаждения с полукруглым кожухом и цветной светодиодной подсветкой фирменных крыльчаток TurboFan Blade. В открытом или частично прозрачном моддерском корпусе такое решение будет смотреться завораживающе, особенно в отсутствие внешней засветки. В целом этот адаптер демонстрирует отличное соотношение цены и производительности, и на него имеет смысл обратить особое внимание любителям SLI-конфигураций.

Правда, придется позаботиться о достаточно просторном корпусе: система охлаждения в данном случае занимает не два стандартных гнезда PCIe по ширине, а три. Сама скоба занимает два гнезда, но объемистый кожух выходит за ее обрез, так что разместить что-либо по соседству с платой внутри корпуса ПК нельзя. И хотя сама

NVIDIA GeForce GTX 670 2GB GDDR5 (Palit GeForce GTX 670 JETSTREAM (2048MB GDDR5))

Розничная цена: 12 500 руб.

Компания: Palit Microsystems, www.palit.biz

●●●●○

Достоинства. Приемлемая цена, хорошая производительность.

Недостатки. Трехгнездный по ширине кожух охлаждающей системы.



плата не слишком длинная (всего 245 мм), на платформе MicroATX она почти наверняка перекроет доступ ко всем прочим разъемам для установки плат расширения.

Платы наивысшего ценового диапазона

AMD Radeon HD 7970x2 3GBx2 GDDR5 (ASUS ARES2-6GD5)

На протяжении нескольких первых месяцев 2012 г. на рынке графических адаптеров воцарился новый лидер — AMD Radeon HD 7970, имеющий немало новшеств. В частности, он стал первым в мире серийным графическим ускорителем, выполненным по 28-нм технологии. Он содержит 4,3 млрд. транзисторов на кристалле площадью 365 мм²; из этих полупроводниковых элементов сформированы 2048 потоковых процессоров, 128 текстурных блоков, 32 блока ROP. Рабочая частота графического ядра (точнее, шейдерных блоков в нем) составляет 925 МГц, а 3-Гбайт видеоОЗУ GDDR5, подключенного по 384-разрядной шине, — 1375 МГц (эффективная — 5500 МГц). Максимальная потребляемая мощность достигает 250 Вт, так что для питания плат на этом ГП штатно требуются по одному шести- и восьмиконтактному разъему.

Особенность семейства ГП Southern Islands, ведущим представителем которого стал Radeon HD 7970, — процессорная архитектура GCN (Graphics Core Next). Это не косметическая переделка архитектуры VLIW (Very Long Instruction Word), используемой в продуктах ATI/AMD со времен Radeon 2000, а совершенно новая разработка, на которую компания делает ставку в стратегической перспективе.

Причина, по которой архитектура VLIW перестала себя оправдывать, — ее малая пригодность для эффективной обработки инструкций, подразумевающих множественные зависимости. Компилятор в рамках этой архитектуры не способен динамически изменять порядок, в котором следуют инструкции. После того как очередь исполнения команд определена, она обрабатывается строго в указанной

AMD Radeon HD 7970x2 3GBx2 GDDR5 (ASUS ARES2-6GD5)

Розничная цена: 52 тыс. руб.

Компания: ASUS, ru.asus.com

●●●●○

Достоинства. Великолепная производительность на синтетических тестах, относительно невысокий нагрев под нагрузкой, эффективное гибридное охлаждение.

Недостатки. Высокая цена, отставание от лидера группы на ряде игровых тестов.



последовательности — даже если потоковый процессор располагает вычислительными ресурсами для обработки команд, расположенных сразу за теми, что ожидают в данный момент разрешения зависимостей.

Именно по такой схеме строились прежде вычислительные «кирпичики» архитектуры VLIW, блоки SIMD (Single Instruction — Multiple Data). В рамках парадигмы GCN им на смену пришли вычислительные блоки (CU, Compute Unit), организованные по принципиально иной схеме. Теперь в структуре CU присутствует двумерная матрица — четыре блока векторных операций, каждый из которых образован 16 ALU (арифметически-логическими модулями). Всего — 64 модуля.

Прежние SIMD также содержали по 64 ALU, однако матричная структура организации CU подразумевает значительно большую гибкость в организации независимых очередей задач. «Значительно» в данном случае не фигура речи: разработчики из AMD утверждают, что на некоторых специфических задачах прирост производительности архитектуры GCN по сравнению с VLIW оказывается более чем семикратным. Реальные приложения, конечно, будут демонстрировать более скромный прирост, но и он окажется вполне заметным, что и подтверждают результаты наших испытаний.

Итак, содержащая 32 блока CU микросхема Tahiti XT, которая лежит

в основе Radeon HD 7970, обеспечивает при штатных рабочих частотах ГП и видеопамати пиковую пропускную способность на уровне 3,8 Тфлоп при вычислениях с одинарной точностью и почти 950 Гфлопс на задачах с двойной точностью. Вдобавок Tahiti XT оснащен обновленными блоками тесселяции, производительность которых демонстрирует в некоторых задачах четырехкратное превосходство над предшествующими их аналогами.

Чтобы не растрчивать попусту энергию, необходимую для эффективной работы всей этой полупроводниковой машинерии, разработчики предусмотрели функцию PowerTune — автоматическую подстройку рабочих частот таким образом, чтобы суммарное теплорассеяние ГП оставалось на жестко фиксированном уровне.

Другая энергетическая функция, ZeroCore, обесточивает неактивные в данный момент узлы графического процессора и даже архивирует содержимое кэш-памяти, чтобы освободить от информационной нагрузки часть ее ячеек, которые в таком случае не будут нуждаться в регулярной перезарядке. Теперь, по утверждению AMD, графический адаптер на ядре Tahiti (не только XT, но и Pro) потребляет всего 3 Вт, если ПК активен (не находится в состоянии «сна» или гибернации), но монитор его при этом выключен.

Что же получится, если два столь выдающихся микропроцессора вместе с сопутствующей «обвязкой» разместить на единой плате, поднять частоту графического процессора до 1050 МГц (до 1100 МГц — с использованием фирменного авторазгона

Сводка характеристик

Платы начального уровня

	GIGABYTE GV-R7850C-1GD rev. 1.0	Sapphire HD 7790 1GB GDDR5 PCI-E DL-DVI-I+DL-DVI-D/ HDMI/DP DUAL-X OC VERSION	Sapphire HD 7770 GHz Edition 1GB GDDR5 VAPOR-X PCI-E DVI-I/DVI-D/HDMI/DP OC VERSION	Manli NV GTX660 2GB DDR5 192bit 2*DL-DVI HDMI display port1.2 PCI-E3.0	Palit GTX650Ti BOOST OC 2048M GDDR5 192B DUAL-DVI HDMI DP
Цена*, руб.	5500	5000	4400	6500	5500
Графический процессор, видеопамять	AMD Radeon HD 7850 1GB GDDR5	AMD Radeon HD 7790 1GB GDDR5	AMD Radeon HD 7770 GHz Edition 1GB GDDR5	NVIDIA GeForce GTX 660 2GB GDDR5	NVIDIA GeForce GTX 650 Ti 2GB GDDR5
Кодовое наименование ядра	Pitcairn	Bonaire	Cape Verde	GK106	GK106
Технологическая норма, нм	28	28	28	28	28
Число контактов в разъеме питания×число разъемов	6×1	6×1	6×1	6×1	6×1
Разрядность шины памяти, бит	256	128	128	192	192
Потоковые универсальные (шейдерные) процессоры, шт.	1024	896	640	960	768
Блоки обработки текстур, шт.	64	56	40	80	64
Блоки растеризации (ROP), шт.	32	16	16	24	24
Версия разъема PCIe x16	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Тип видеоОЗУ	GDDR5	GDDR5	GDDR5	GDDR5	GDDR5
Объем видеоОЗУ, Мбайт	1024	1024	1024	2048	2048
Тактовая частота ядра, МГц	900	1075	1100	980	1006
Тактовая частота видеопамяти, МГц	4800	6400	5200	6008	6108
Разъемы DVI, тип×шт.	DVI-I×1	DVI-I×1, DVI-D×1	DVI-I×1, DVI-D×1	DVI-I×1, DVI-D×1	DVI-I×1, DVI-D×1
Разъем HDMI, шт.	1	1	1	1	1
Разъем DisplayPort, шт.	2 (mini)	1	1	1	1
Габаритная длина платы, мм	241	215	225	340	173

* По состоянию на 10 мая 2013 г.

AMD PowerTune), а емкость видеопамяти — до эффективных 6600 МГц, да еще и снабдить гибридной системой охлаждения, чтобы удержать габариты столь внушительной конструкции в пределах двух гнезд PCIe по ширине, не жертвуя эффективностью теплоотвода? Получится ASUS ARES2-6GD5 — самая мощная, по утверждению изготовителя, графическая плата на микросхеме AMD Radeon среди всех, имеющих в продаже.

Анонс модели ARES2-6GD5 состоялся в январе этого года на американской выставке CES 2013, и с тех пор она, похоже, так и осталась недосягаемой по абсолютной вычислительной мощности для прочих решений на платформе AMD. Да и новейшим продуктам под флагом NVIDIA непросто с ней состязаться. По крайней мере, в рамках наших испытаний данный графический адаптер вырвался вперед по итогам практически всех тестов. Он заработал X6408 интегральных баллов на тесте 3DMark 11, показал 115,9 кадр/с на Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0 и 72 кадр/с на Crysis 1.2.1. Отстала от соперников по группе

модель ARES2-6GD5 только в игре Metro 2033, где ей удалось «выжать» лишь 60,5 кадр/с (настройки отображения во всех указанных испытаниях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080). Возможно, дело тут в недостаточной оптимизации кода самой игры или драйверов.

Неудивительно, что вместе с гибридной системой охлаждения (сочетающей отдельные элементы жидкостной и воздушной) и рядом фирменных технологий ASUS эта плата, выпущенная ограниченным тиражом и поставляемая в изящном серебристом чемоданчике, по стоимости превосходит большинство современных ультрабуков. Такие покупки наобум не совершают: к примеру, известные в оверклокерской среде команды завязанных гонщиков используют именно модели ARES2-6GD5 (в связках CrossFireX) для достижения новых рекордов на тестах семейства 3DMark.

Этот адаптер с исключительно эффективным охладителем (температура на каждом из ГП после прогона теста Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0 установилась на отметке 74°C), 20-фазной системой питания DIGI+, технологией

Super Alloy Power отлично подходит для экстремального разгона. Немалую помощь в регулировке параметров оверклокинга и общего состояния системы оказывает фирменная утилита ASUS GPU Tweak, а особый переключатель позволяет заблокировать автоматическое понижение частоты ГП в режиме 2D, чтобы получать более высокие результаты на тестах.

NVIDIA GeForce GTX Titan 6144MB GDDR5 (ZOTAC GeForce GTX TITAN)

Прошлый год оказался в немалой степени насыщен новостями из мира дискретной графики. Новейшие графические ядра AMD Tahiti и NVIDIA GK104 — точнее, готовые платы, построенные на их основе, — не на шутку схлестнулись в наивысшем ценовом сегменте. Благоприятные последствия этой борьбы ощутил на себе весь рынок дискретных ГП: под давлением суровой битвы на самой вершине ниже спускались более привлекательные в ценовом отношении и весьма производительные новинки; решения на более ранних платформах заметно дешевели.



Платы среднего ценового диапазона		Платы высшего ценового диапазона		Платы наивысшего ценового диапазона			
Sapphire HD 7870 XT 2GB GDDR5 PCI-E HDMI/DVI-I/DUAL MINI DP WITH BOOST	ZOTAC GTX 660 Ti AMP! Extreme Edition 2GB 192BIT DDR5	MSI R7950 Twin Frozr 3GD5 V2/OC	MSI N680GTX Lightning	Palit GeForce GTX 670 JETSTREAM (2048MB GDDR5)	ASUS ARES2-6GD5	ZOTAC GTX TITAN 6GB DDR5 384BIT	ZOTAC GTX 690 4GB GDDR5 512BIT
8000	9300	12 000	16 000	12 500	52 000	35 000	33 000
AMD Radeon HD 7870 XT 2GB GDDR5	NVIDIA GeForce GTX 660 Ti 2GB GDDR5	AMD Radeon HD 7950 3GB GDDR5	NVIDIA GeForce GTX 680 2GB GDDR5	NVIDIA GeForce GTX 670 2GB GDDR5	AMD Radeon HD 7970×2 3GB×2 GDDR5	NVIDIA GeForce GTX Titan 6144MB GDDR5	NVIDIA GeForce GTX 690 4GB GDDR5
Tahiti LE	GK104	Tahiti Pro	GK104	GK104	Tahiti XT×2	GK110	GK104×2
28	28	28	28	28	28	28	28
6×1	6×2	6×1, 8×1	8×2	6×2	8×3	6×1, 8×1	8×2
256	192	384	256	256	384×2	384	256×2
1536	1344	1792	1536	1344	2048×2	2688	1536×2
96	112	112	128	112	128×2	224	128×2
32	24	32	32	32	32×2	48	32×2
3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
GDDR5	GDDR5	GDDR5	GDDR5	GDDR5	GDDR5	GDDR5	GDDR5
2048	2048	3072	2048	2048	3072×2	6148	2048×2
925	1098	880	1110	1006	1050	837	915
6000	6608	5000	6008	6108	6600	6008	6008
DVI-I×1	DVI-I×1, DVI-D×1	DVI-I×1	DVI-I×1, DVI-D×1	DVI-I×1, DVI-D×1	DVI-I×1, DVI-D×1	DVI-I×1, DVI-D×1	DVI-I×2, DVI-D×1
1	1	1	1	1	0	1	0
2 (mini)	1	2 (mini)	1	1	4	1	2 (mini)
275	191	269	280	245	305	267	279

В текущем же году страсти заметно поутихли: идет перегруппировка среднего и нижнего диапазонов сегмента дискретных ГП, выпускаются многочисленные промежуточные модели с намерением сгладить еще одну ценовую ступень в модельном ряду и т. п. AMD до сих пор не представила ничего принципиально нового вслед за семейством Southern Islands, да и NVIDIA пока хранит верность решениям Kepler. Впрочем, одно действительно знаковое событие на рынке дискретной графики весной 2013-го все же произошло. Речь, конечно же, о появлении первого построенного на базе графического ядра GK110 адаптера, ориентированного на потребительский рынок — а не на корпоративный, как прежние модели ГП NVIDIA Tesla K20X, рассчитанные на установку в суперкомпьютеры и серверы для тяжелых многопоточных расчетов.

Титанические ассоциации в связи с ядром GK110 возникают сами собой — достаточно взглянуть на список его характеристик. Этот 28-нм кристалл занимает 520 мм² (Tahiti XT, для сравнения, умещается на 365 мм², а GK104 — на 294 мм²) и содержит

7,1 млрд. транзисторов, т. е. вдвое больше, чем флагманский до самого недавнего времени процессор NVIDIA GeForce GTX 680. В паре с GK110 по 384-разрядной шине памяти работает 6-Гбайт видеоОЗУ со штатной эффективной частотой 6008 МГц. Кстати, частота самого ядра составляет 837 МГц (876 — в режиме авто-разгона под усиленными нагрузками). Предельная теоретическая вычислительная мощность этой микросхемы — 4,5 Тфлопс при расчетах с одинарной точностью.

Помимо количественных отличий от хорошо изученного (в том числе и нами) GK104, у GK110 недостаточны и качественные. Графическое ядро содержит полтора десятка универсальных вычислительных блоков SMX, 14 из которых активны. Число модулей для вычислений двойной точности составляет 64 (в сумме — 896 вычислительных узлов), и предел теоретической производительности микросхемы для таких задач 1,3 Тфлопс.

Система авторазгона ГП NVIDIA в редакции GK110 также претерпела заметные изменения. Теперь она называется GPU Boost 2.0 и регулирует

фактическую мгновенную частоту графического ядра в зависимости не только от текущей величины подаваемого напряжения и расчетного «предела прочности» микросхемы, но и от ее фактической температуры. Штатный верхний предел рабочей температуры для нового ГП — 80 °C; пользователю предоставляется возможность поднять его до 94 °C через BIOS или с помощью внешней утилиты.

Реальным воплощением ГП GeForce GTX Titan стала в обзоре графическая плата ZOTAC GeForce GTX TITAN, выполненная в соответствии с эталонной конструкцией — со штатными рабочими частотами и объемом ОЗУ, с рекомендованным алюминиевым кожухом закрытого типа и турбинным вентилятором, который не разгоняет своими лопастями воздух над пластинчатым радиатором, а прогоняет воздушный поток сквозь пассивный охладитель в направлении к крепежной скобе платы, где расположена вентиляционная решетка.

Для отбора тепла от графического процессора применена, как указано спецификациями компании NVIDIA,

NVIDIA GeForce GTX Titan 6144MB GDDR5 (ZOTAC GTX TITAN 6GB DDR5 384BIT)

Розничная цена: 35 тыс. руб.
Компания: ZOTAC, www.zotac.com

●●●●●
Достоинства. Приемлемая цена, весьма перспективный ГП, огромный объем видеоОЗУ.

Достоинства. Относительно невысокие показатели на синтетических тестах.



высокоэффективная испарительная камера. Тем не менее после прогона *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0* температура ГП установилась на отметке 80°C. Видимо, был достигнут заданный по умолчанию верхний предел нагрева графического ядра. Если это так, то снятие ограничения позволило бы плате показать на тестах еще более высокие результаты — хотя наверняка шум в процессе ее работы также заметно усилился бы. А так сдержанно шумящий ZOTAC GTX TITAN продемонстрировал на синтетическом тесте 3DMark 11 X4968 баллов, в игре *Crysis 1.2.1* — 74 кадр/с, а в *Metro 2033* — 64 кадр/с (настройки отображения во всех указанных испытаниях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080).

Наконец-то в наивысшем сегменте цен и производительности на рынке дискретных графических адаптеров появился новый однопроцессорный лидер, который, кстати, в не оптимизированных под многоадаптерные конфигурации реальных приложениях способен дать фору и двухпроцессорным решениям. А уж в отношении энергоэффективности GTX 660 TITAN с пиковой потребляемой мощностью 250 Вт и вовсе не имеет в данном сегменте равных. Относительно компактная, тихая, очень мощная и не чрезмерно дорогая флагманская графическая плата, да еще и ориентированная на работу в конфигурациях до 4-Way SLI включительно, — что еще нужно записным геймерам и оверклокерам-энтузиастам?

NVIDIA GeForce GTX 690 4GB GDDR5 (ZOTAC GTX 690 4GB GDDR5 512BIT)

Что может быть лучше, чем миллион долларов? Два миллиона долларов, ясное дело! Когда самые сливки с поставок наиболее мощных графических ускорителей уже сняты, а «гонщики» и неутомимые геймеры требуют «огня, еще огня» (в смысле, еще больше производительности), заводчики дискретной графики прибегают к испытанному средству: размещают на единой монтажной плате фактически два новых своих ГП — с сопутствующими модулями памяти и прочей схемотехникой. Затем закрывают полученный натюрморт вентиляционным кожухом по возможности с более эффективным охладителем, выставляют ценник на уровне примерно вдвое большем, чем стоит один флагманский ГП, — и продолжают стричь купоны еще какое-то время. В основном за счет тех покупателей, которым отчего-то не хочется возиться с самостоятельной сборкой конфигурации SLI/CrossFireX.

NVIDIA GeForce GTX 690 4GB GDDR5 (ZOTAC GTX 690 4GB GDDR5 512BIT)

Розничная цена: 33 тыс. руб.
Компания: ZOTAC, www.zotac.com

●●●●●
Достоинства. Отличная цена, высокая производительность в реальных приложениях.

Недостатки. Средние показатели на синтетических тестах.



На деле, у двухпроцессорных графических решений есть и недостатки, и преимущества. Скажем, энергии такая конструкция будет потреблять меньше, чем спарка обособленных флагманских графических плат, да и шуметь в общем случае станет тише. Зато производительность «двухголовой» платы окажется несколько снижена по сравнению с вариантом SLI/CrossFireX — в частности, потому, что обычно изготовители сознательно снижают рабочую частоту ГП, предназначенных для парной установки на один и тот же кусок текстолита. В противном случае трудно было бы добиться выигрыша в энергоэффективности.

С логической же точки зрения двухпроцессорная графика вроде NVIDIA GeForce GTX 690 ничем не отличается от SLI-спарки GTX 680. Пожалуй, распаянная на одной печатной плате с двумя ГП микросхема моста SLI работает в этом случае чуть эффективнее, чем в составной конфигурации. Значительным плюсом именно этого решения можно считать минимальное понижение рабочих частот обоих ГП GTX 680 по сравнению с однопроцессорным номиналом (до 915 с 1006 МГц).

Хотя теплопакет модели GeForce GTX 690, по заявлению разработчика, не превышает 300 Вт, по спецификации эта плата обязана снабжаться двумя восьмиконтактными разъемами питания, т. е. фактический максимум подаваемой на нее мощности достигает потолка в 375 Вт. В ходе наших измерений после прогона интенсивного теста *Unigine 'Heaven' Benchmark 4.0* оба ГП прогрелись лишь до 75°C, — но мы ведь имели дело с адаптером,

построенным точно в соответствии с эталоном и в отсутствие фабричного либо пользовательского разгона.

Адаптер этот с незамысловатым названием ZOTAC GTX 690 оборудован одним 80-мм вентилятором, расположенным в середине обширного алюминиевого кожуха, чтобы наиболее эффективно выдувать нагретый воздух из промежутков между пластинами радиатора, прикрывающего оба ГП. Для отбора тепла от процессоров использованы испарительные камеры, — словом, никаких открытий по сравнению с эталонной конструкцией системы охлаждения для GTX 680 тут ожидать не приходится.

Что же касается производительности, то на тесте 3DMark 11 ZOTAC GTX 690 получила X5986 баллов, — меньше, чем «двухголовая» плата с конкурентными ГП. С реальными игровыми приложениями все было далеко не так определено: скажем, на World in Conflict рассматриваемый адаптер лидировал с показателем 114 кадр/с, равно как и на Metro 2033, где ему удалось достичь 77,5 кадр/с (настройки отображения во всех указанных испытаниях — 4FSAA+AF16x, 1920×1080). Возможно, опять-таки все дело в драйверах — точнее, в том, уделяют ли программисты той или иной компании достаточно внимания их оптимизации.

Так или иначе, при весьма привлекательной сегодня цене (на которую не могли не повлиять недавние анонсы GTX Titan и в особенности GeForce GTX 780) двухпроцессорные решения на базе NVIDIA GTX 690 сохраняют свою привлекательность для тех, кто стремится достичь наивысшей возможной производительности графической подсистемы своего настольного ПК, не прибегая к созданию многопроцессорных конфигураций. И, судя по всему, привлекательность эта не потускнеет еще как минимум год. Вряд ли до того времени на рынке появится «двухголовый» адаптер GTX 790, а уж размещение на одной монтажной плате двух титанических (во всех смыслах) GK110 и вовсе представляется сегодня неразрешимой инженерной задачей. Хотя — поживем, увидим. 

Компании

Компания NETGEAR (www.netgear.ru) и Российский государственный академический театр драмы им. А. С. Пушкина (Александринский) объявили о завершении проекта по наладке сетевой инфраструктуры. В ходе реализации проекта в единую сеть было объединено более 300 устройств NETGEAR, включая контроллеры беспроводной сети, коммутаторы, узлы доступа и унифицированная система защиты от угроз. Оборудование поможет театру стать инновационным творческим комплексом, открывая возможности для культурной деятельности как в реальном, так и в виртуальном пространстве с привлечением географически отдаленной аудитории.

Оснащение театра проводилось в рамках первого этапа реализации стратегической концепции «Национальная лаборатория инновационных театральных медиатехнологий и средств обучения», главная идея которой — внедрение новых информационно-телекоммуникационных, оптических и звуковых средств в систему театральной, театрально-образовательной и просветительской деятельности в федеральном масштабе.

Сетевое оборудование предназначено для обеспечения работы беспроводной сети на всех четырех сценах и в зрительных залах театра, а также для подключения IP-видеокамер с помощью технологии Power-over-Ethernet.

Разграничение доступа позволяет выполнять тонкую настройку для каждой из групп пользователей. Например, зрители смогут пользоваться планшетами во время спектакля, студенты театральных вузов будут иметь доступ к Интернету, материалам для обучения и пособиям. Видеопоток с IP-видеокамер будет записываться на системы хранения данных для дальнейшей обработки.

Для организации ядра сети театром были приобретены три коммутатора ProSafe XSM7224S с 20 оптическими 10-Гбит/с портами. Необходимость такой скорости связана с большим потоком данных с IP-видеокамер высокого разрешения. Для подключения узлов доступа и камер, а также обеспечения их питания по PoE театром было приобретено 39 стекируемых управляемых коммутаторов второго уровня ProSafe GSM7228PS с отличными возможностями по питанию Power over Ethernet (до 384 Вт), функциональность которых можно нарастить до третьего уровня, что позволит совершенствовать сеть в будущем. Для построения оптической сети были использованы оптические модули ProSafe AXM762, а удобное и надежное стекирование коммутаторов осуществлено с помощью специальных оптических кабелей компании NETGEAR. Три высокопроизводительных беспроводных контроллера ProSafe WC7520 будут управлять 130 двухдиапазонными узлами доступа. Каждый контроллер может управлять максимум 50 узлами доступа. Устройства работают в стеке, что позволяет осуществлять мониторинг и управление всеми узлами доступа. Для большей надежности в стеке задействован четвертый (резервный) контроллер, который активизируется в случае выхода из строя одного из трех основных контроллеров беспроводной сети.

В данном проекте использованы узлы доступа ProSafe WNDAP360, работающие в двух частотных диапазонах (2,4 и 5 ГГц). В качестве защиты от сетевых угроз была выбрана система ProSecure STM600EW3 с трехлетней подпиской на все обновления. Системы защиты от угроз Web ProSecure STM сочетают производительность с комплексной защитой. Запатентованная технология Stream Scanning Technology позволяет исчерпывающую базу данных вирусов и вредоносного ПО и в то же время обеспечивает высокую пропускную способность и минимальную длительность задержки из-за сканирования.

Все устройства тестировались в течение нескольких месяцев, и NETGEAR удалось обойти ряд конкурентов благодаря отличным условиям гарантии, отсутствию дополнительных затрат на сервис, а также хорошему балансу между ценой, качеством и производительностью. Итогом реализации проекта станет «формирование в России уникального театрально-образовательного комплекса, на базе которого будут создаваться, апробироваться и внедряться новые творческие идеи по использованию высоких технологий в театральном искусстве и образовании, а также осуществляться подготовка резерва высококвалифицированных кадров, способных эффективно разрабатывать и реализовывать театральные эксперименты в эпоху глобальной информатизации».