

## Лезвия серверного рынка

Важным фактором повышения функциональных возможностей компьютеров является объединение их в сети, центральным элементом которых являются серверы. Серверы берут свое начало от обычных компьютеров. Подобно ПК настольный сервер содержит все свои подсистемы внутри корпуса. Размер корпуса определяется мощностью этих подсистем, чьи возможности зависят от уровня развития компьютерных технологий. Разные скорости роста возможностей подсистемы хранения данных и вычислительной подсистемы привели к необходимости их взаимного разделения. Частично данную задачу решают компактные стойчные серверы. Они позволяют пользователям наращивать вычислительную мощность серверов независимо от емкости и производительности внешней системы хранения данных. Следующим шагом в эволюции систем стандартной архитектуры стало отделение от серверов и консолидация во внешних агрегатах устройств ввода-вывода, питания, охлаждения и управления. В результате появился особый конструктивный тип – блейд-серверы, ставшие самым распространенным вариантом серверов.

Прототипами современных блейд-серверов можно считать одноплатные промышленные ПК и модульные сетевые концентраторы. Многие конструктивные решения заимствованы именно от них.

### Устройство блейд-серверов

Блейд-сервер – это серверная ферма в одном корпусе: компактные одноплатные серверы (так называемые серверные модули) устанавливаются в общее шасси и с помощью разъемов на задней кромке платы пристыковываются к центральной контактной плате – мидплейну. Часто эта центральная контактная плата является пассивной, то есть не содержит полупроводниковых компонентов, что повышает ее надежность. Каждый из одноплатных серверных модулей оснащен одним или несколькими процессорами, памятью, одним-двумя жесткими дисками (предусмотрены конструкцией, но могут и отсутствовать, если используется бездисковая загрузка). Некоторые контроллеры встроены в системную плату (например, дисковый, графический, сетевые), другие выполнены в виде дочерних плат и устанавливаются в специальные разъемы на системной плате (чаще всего Ethernet и Fibre Channel), наконец, можно устанавливать обычные контроллеры PCI (если на серверном модуле имеется такой разъем). Иногда на передней панели серверных модулей размещаются индикаторы, кнопки управления, разъемы для подключения периферии.

С точки зрения пользователя, серверный модуль является аналогом обыкновенного сервера: на каждый модуль устанавливается свой экземпляр операционной системы, каждый модуль имеет имя и IP-адрес и т.д.

Серверные модули связаны между собой и с внешними устройствами (клиентами, другими серверами, системами хранения данных и резервного копирования) преимущественно через модули ввода-вывода, устанавливаемые в шасси. Чаще всего в шасси устанавливаются модули ввода-вывода локальной сети стандарта Gigabit Ethernet и сети хранения данных стандарта Fibre Channel, другие стандарты (например, iSCSI или Infiniband) в настоящее время являются редкостью.

Шасси блейд-сервера включает общие для всех серверных модулей компоненты, такие как дублированные блоки питания с “горячей” заменой, вентиляторы, модули управления и консольные модули, а также упоминавшиеся модули ввода-вывода. В шасси выведено большинство разъемов для подключения внешних кабелей.

Устройство блейд-серверов показано на рис. 1.

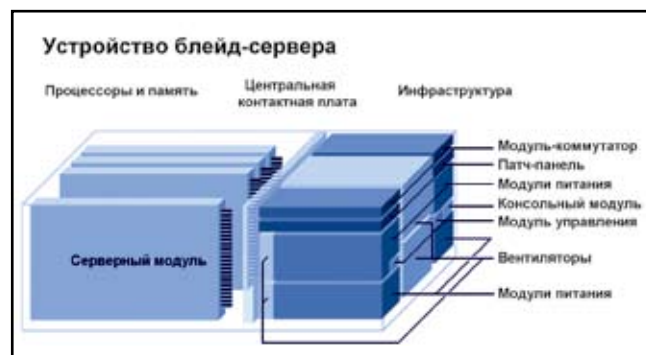


Рис. 1. Устройство блейд-серверов

### Развитие блейд-серверов

При разработке блейд-серверов первого поколения, которые появились на рынке в 2001–2002 годах, основное внимание уделялось максимальной компактности, благодаря чему они имели рекордную вычислительную плотность, почти на порядок превосходя по этому показателю “обычные” стоечные серверы. Как правило, шасси занимали 3U в стойке, и в них можно было разместить до 20 серверных модулей. Использовались компоненты (процессоры и жесткие диски) с пониженным энергопотреблением, заимствованные у ноутбуков. Например, самым распространенным процессором был Intel Pentium III LV (Low Voltage), а диски – IDE форм-фактора 2,5 дюйма. Как следствие, серверные модули имели умеренную

индивидуальную производительность и ограничение по объему памяти. Адаптеры для подключения к сетям хранения данных были редкостью. Поэтому первое поколение блейд-серверов применялось в основном там, где эти ограничения были несущественными, – во фронтальном звене центров обработки данных, проще говоря, в качестве web-, проху- и терминальных серверов.

Начиная с 2003 года ситуация изменилась. Применение процессоров Intel Xeon и AMD Opteron, а также других стандартных серверных компонентов позволило увеличить индивидуальную производительность, повысить гибкость и снизить стоимость. Блейд-серверы стали универсальными серверами, подходящими почти для всех задач. Но за это пришлось заплатить компактностью и энергопотреблением – по этим показателям блейд-серверы лишь на 20–30 % лучше современных им одноюнитовых стоечных серверов.

В последние несколько лет информационные системы развиваются в направлении стандартизации серверов, инфраструктуры и приложений. Блейд-серверы изменили образ мыслей руководителей IT-подразделений предприятий. Они позволяют сократить расходы благодаря стандартизации серверов, совместному использованию компонентов инфраструктуры, таких как источники питания, вентиляторы, консольные коммутаторы и интегрированная подсистема ввода-вывода для доступа к локальным сетям и сетям хранения данных (LAN/SAN). Но самое существенное значение имеет интегрированное централизованное управление блейд-серверами. Это позволяет администрировать все имеющиеся серверы с одного рабочего места, как группами, так и поодиночке, и не создает ограничений для организации пулов или серверных ферм. Одним словом, даже если переплачиваем при покупке, то потом экономим на эксплуатации.

Сочетание этой новой архитектуры аппаратного обеспечения с интеллектуальными решениями для управления позволяет повысить гибкость центров обработки данных.

Рынок блейд-серверов стремительно растет. Так, например, по прогнозу IDC, сектор блейд-серверов к середине 2008 года вырастет в два раза по сравнению с 2006 годом, в три – по сравнению с 2005 годом и в пять раз – по отношению к 2004 году. Предполагается, что уже в начале 2008 года доля блейд-серверов превысит 20 % от общего объема продаж серверов стандартной архитектуры и будет быстро увеличиваться в последующие годы.

## Примеры реализации блейд-серверов

В качестве примеров блейд-серверов можно привести изделия компании Fujitsu Siemens Computers – одного из лидеров европейского и российского рынков.

В 2001 году компания Fujitsu Siemens Computers приступила к разработке блейд-серверов и собственного программного обеспечения для их развертывания и интеграции в комплекс средств управления PRIMERGY ServerView Suite. В середине 2002 года начались поставки первых образцов продукции – компактных блейд-серверов PRIMERGY BX300.

PRIMERGY BX300 имел шасси высотой 3U для установки в 19-дюймовую стойку. В него можно было установить до 20 вертикально расположенных серверных модулей на базе процессоров Intel Pentium III и Pentium M с низким энергопотреблением. Надежность системы обеспечивалась встроенными модулями питания и вентиляторами с резервированием и возможностью горячей замены.

Уникальной особенностью PRIMERGY BX300 являлась возможность установки в небольшом корпусе двухпроцессорных серверных модулей, что обеспечивало высокую концентрацию вычислительных мощностей в одной стойке. Такие системы применялись почти исключительно в качестве web- или терминальных серверов. Тем не менее, на этих серверах был реализован ряд успешных проектов в разных странах, в том числе и в России.

Появление мощных двухпроцессорных серверных модулей на базе процессоров Xeon, а также шасси PRIMERGY BX600 позволило в 2003 году создать эффективные модели более производительных серверов и обусловило новые области их применения.



Рис. 2. Блейд-сервер PRIMERGY BX600

“Большой” блейд-сервер PRIMERGY BX600 (рис. 2) был разработан для центров обработки данных средних и крупных предприятий, а также интернет-провайдеров и компаний, предоставляющих услуги IT-аутсорсинга. Компактные и мощные блейд-серверы подходят в качестве платформы практически для любого приложения в центре обработки данных. Большой объем памяти, широкий диапазон средств ввода-вывода (гигабитный Ethernet и двухгигабитный Fibre Channel) позволили расширить область применения блейд-серверов в инфраструктуре центров обработки данных и перейти от выполнения чисто интерфейсных задач к обслуживанию критически важных бизнес-приложений и баз данных.

Модель стала популярной, о чем свидетельствуют многочисленные ее внедрения в разных странах, включая Россию и страны СНГ.

В 2005 году появилась новая модификация шасси – BX600 S2. Ее главным отличием стала новая система питания увеличенной мощности, которая позволила увеличить суммарное энергопотребление системы при обеспечении двусторонней совместимости шасси и серверных модулей. Однако прежде чем перейти к особенностям данной разработки, целесообразно рассмотреть организацию серверной экосистемы.

Экосистема блейд-серверов – это инфраструктура, в которой функционирование подсистемы ввода-вывода



Рис. 3. Шасси PRIMERGY BX600 S2

да отделено от вычислительных функций, выполняемых серверными модулями. Для того чтобы справиться с возрастающей нагрузкой, необходимы масштабируемость, простота установки и подготовки к работе, которые обеспечивают необходимый уровень гибкости информационных систем. Днем блейд-сервер может быть web-сервером, а ночью стать сервером приложений с совершенно другим IP-адресом и именем хоста. И все это без какого-либо физического вмешательства, а только по команде системы дистанционного администрирования. Весь входной и выходной трафик данных для блейд-серверов передается через встроенные в шасси модули ввода-вывода.

В экосистеме блейд-серверов линейки BX600 предусмотрены резервируемые модули-коммутаторы и патч-панели для подключения к гигабитному Ethernet и Fibre Channel, которые обеспечивают связь с внешним миром. Отделение модулей питания, вентиляторов и модулей управления от серверных модулей увеличивает гибкость инфраструктуры и сокращает стоимость эксплуатации. Модульная конструкция позволяет проводить добавление и замену серверных модулей по мере появления новых моделей, а также таких компонентов инфраструктуры, как модули-коммутаторы Fibre Channel.

Сменившее BX600 шасси блейд-сервера PRIMERGY BX600 S2 (рис. 3) имеет высоту в стойке 7U и 10 отсеков для серверных модулей: двухпроцессорный серверный модуль занимает один отсек, четырехпроцессорный – два, восьмипроцессорный – четыре. Допускается любое сочетание серверных модулей различных типов.

Кроме того, в шасси можно установить до четырех модулей питания с “горячей” заменой, причем для работы максимальной конфигурации шасси достаточно двух (резерви-

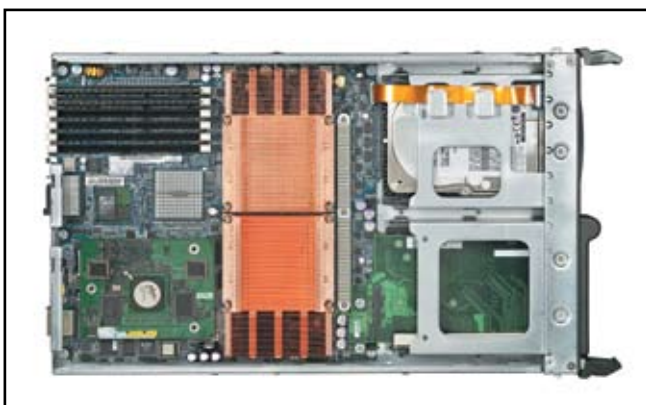


Рис. 4. Серверный модуль PRIMERGY BX620 S2

рование по схеме 2 + 2). Шасси снабжено вентиляторными модулями с “горячей” заменой, в которых есть по два вентилятора, что обеспечивает резервирование системы охлаждения.

Используя накопленный опыт, компания Fujitsu Siemens Computers выпустила PRIMERGY BX620 S2 (рис. 4) – двухпроцессорные серверные модули следующего поколения на базе 64-разрядных процессоров Intel Xeon с поддержкой Extended Memory 64

Technology (EM64T). Серверный модуль BX620 S2 обладает повышенной производительностью, он обеспечивает возможность выполнения как 32-разрядных, так и 64-разрядных приложений. Новая архитектура двухпроцессорного серверного модуля, в которой используются модули памяти типа DDR2-400 и системная шина с частотой 800 МГц, предоставляет повышенную пропускную способность и увеличенную производительность по сравнению с предшествующими разработками. Серверный модуль PRIMERGY BX620 S2 занимает один отсек в шасси PRIMERGY BX600 S2.

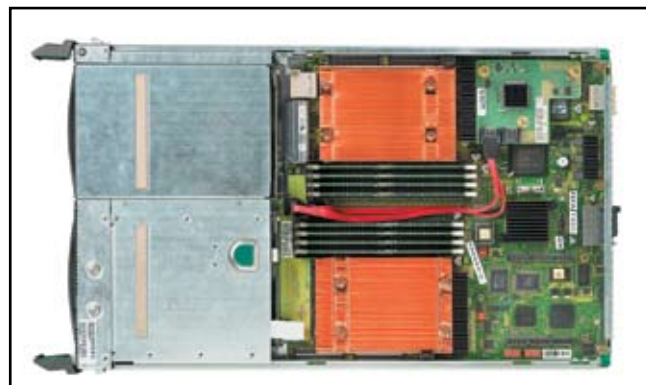


Рис. 5. Серверный модуль PRIMERGY BX630

В конце 2005 года компания Fujitsu Siemens Computers объявила о своей новой разработке, получившей наименование PRIMERGY BX630 (рис. 5). Это серверный модуль, созданный на базе двухъядерных процессоров AMD Opteron. Своей высокой производительностью модуль обязан архитектуре прямого подключения – Direct Connect (соединение HyperTransport), реализованной в процессорах. Благодаря прямому подключению подсистемы ввода-вывода и памяти к процессору архитектура Direct Connect позволяет устранить узкие места архитектуры систем, обеспечивая оптимальную производительность памяти, сбалансированную пропускную способность, расширяемость подсистемы ввода-вывода, а также масштабируемость. Кроме того, 64-разрядная технология, реализованная в процессорах, позволила осуществить плавный переход от 32-разрядных вычислений к 64-разрядным.

В зависимости от задач пользователи могут переключать режимы работы и превращать свой 2-процессорный сервер в 4- или 8-процессорный и обратно без дополнительных затрат на оборудование. Производительность такой системы равна производительности стандартного 8-процессорного сервера, а применение двухъядерных

процессоров фактически дает 16 физических вычислительных ядер и 128 Гбайт памяти в одной 8-процессорной системе. Архитектура сервера PRIMERGY BX630 позволяет эффективно использовать его в различных областях – от ферм терминальных серверов до высокопроизводительных серверов баз данных или приложений.

Блейд-серверы PRIMERGY BX630 можно установить в одном шасси с серверами на базе процессоров Intel: PRIMERGY BX620, PRIMERGY BX620 S2 и PRIMERGY BX660.

Оценивая возможности приведенных моделей, необходимо отметить, что важной частью блейд-серверов являются технические средства ввода-вывода.

Центральная контактная плата соединяет контроллеры ввода-вывода серверных модулей с модулями ввода-вывода, которые могут устанавливаться в отсеки в тыловой части шасси. Соединения жестко заданы: встроенные в системные платы контроллеры Ethernet подключены к верхней паре модулей, а контроллеры на дочерних платах – к нижней. Никаких других каналов ввода-вывода между серверными модулями нет. Два порта одного контроллера соединены с разными модулями ввода-вывода в одной горизонтальной паре.

Модули ввода-вывода бывают двух видов: патч-панели и коммутаторы.

В патч-панели каждый порт подключенного к ней серверного модуля выводится наружу в индивидуальный разъем – медный или оптический. Соответственно, для того, чтобы обеспечить связь между серверными модулями внутри одного шасси и подключить их к другим внешним системам, необходимо использовать внешние коммутаторы LAN и SAN. Преимущества патч-панелей – невысокая цена и возможность выбора любой модели внешнего коммутатора.

Коммутаторы (свитчи) имеют внутренние порты, которые выходят на центральную контактную плату. К ним подключены контроллеры серверных модулей и внешние, которые уходят “во внешний мир”. Через установленный в шасси коммутатор серверные модули могут обмениваться данными, не используя внешние порты. Преимущества внутренних коммутаторов – экономия места в стойке, уменьшение количества кабелей, удобство управления.

Блейд-серверы часто используются с центральной системой хранения данных. Консолидация хранения данных с помощью центральных систем хранения имеет ряд преимуществ. Среди них следует отметить сокращение неиспользуемого пространства на дисках благодаря возможности использования глобального резерва и возможность одновременного доступа к одним и тем же данным с разных серверов. Кроме того, обеспечивается:

- ▶ повышение отказоустойчивости дисковой подсистемы благодаря дублированию всех основных узлов в системах хранения;
- ▶ катастрофоустойчивость благодаря возможности зеркалирования данных на разнесенных системах хранения;
- ▶ повышение быстродействия дисковой подсистемы благодаря использованию многодисковых LUN-ов (томов) на внешних системах хранения;
- ▶ удобство резервного копирования и восстановления благодаря средствам моментальных снимков (снэпшотов) внешних систем хранения;

- ▶ удобство управления и мониторинга дисковой подсистемы.

Отметим, что возможно индивидуальное подключение блейд-серверов к одно- и двухканальным системам хранения PRIMERGY SX30 посредством SCSI. Для этого служит устанавливаемый в разъем PCI-X двухканальный контроллер LSI MegaRAID 320-2. В установке и настройке такого контроллера серверный модуль ничем не отличается от обычных стоечных или напольных серверов. Имеется также возможность подключения серверных модулей к системе хранения по Fibre Channel или Ethernet. Это осуществляется либо напрямую через патч-панель, либо через коммутатор. В первом случае количество подключаемых серверных модулей ограничено количеством портов системы хранения.

Еще одной интересной технологией является загрузка серверных модулей с центральной системы хранения Fibre Channel (SAN Boot) и iSCSI (iBoot). Она позволяет избавиться от большинства связанных с установленным ПО различий в конфигурации серверных модулей, сделав их универсальными легко подключаемыми ресурсами. Локальные диски могут использоваться для буферизации данных или для размещения файлов подкачки (свопинга), если это необходимо для работы приложений. Использование локальных дисков для хранения некритических данных позволяет ограничиться резервным копированием только данных на центральной системе хранения.

Наконец, можно вообще отказаться от использования внутренних дисков, уменьшив стоимость серверных модулей. Возможность бездисковой загрузки способствует консолидации ОС: хранение единственной копии ОС для каждого сценария работы приложений и избавление от множества копий ОС на каждом сервере позволяет значительно сократить потребности в администрировании и снизить совокупную стоимость владения.

Установленную на одном из серверных модулей операционную систему, включая некоторые приложения, можно копировать (клонировать) на другие. Для этого используется отдельный сервер развертывания, который работает с образами жестких дисков серверных модулей, находящимися в главном хранилище (репозитории) образов дисков. С этого сервера администратор вместо запуска нового процесса установки может дистанционно растиражировать готовые к работе образы дисков на выбранные серверные модули.

В заключение следует отметить, что шасси BX600 S2 допускает расширение возможностей блейд-серверов за счет использования улучшенных компонентов и отдельных серверных модулей. Это могут быть, например, контроллер SAS (дочерняя плата) для BX630, модуль-коммутатор Fibre Channel 2/4 Гбит/с, модуль-коммутатор LAN L2/3/4, контроллер Fibre Channel 2/4 Гбит/с, серверный модуль PRIMERGY BX620 S3 и т.п. Остается отметить, что компания Fujitsu Siemens Computers постоянно работает над совершенствованием архитектуры своих блейд-серверов, выпуская новые модули и программные средства.