

# Масштабирование SAN

Обзор методов масштабирования SAN на базе протокола Fibre Channel, а также возможных проблем, возникающих при этом, и способов их преодоления.



Павел Добринский — системный инженер Brocade Communications

## Введение

Сети хранения (Storage Area Network — SAN) на базе протокола Fibre Channel (FC), активно продвигаемые с 1997 г., в настоящее время являются одним из основных компонент топологии современных ИТ-инфраструктур компаний, которым требуется максимальный уровень доступности, производительности и гибкости конфигураций<sup>1)</sup>.

## Базовые определения

Сети хранения данных SAN — это сети, предназначенные для обеспечения подключения хостов к устройствам хранения (дискам, RAID-массивам и ленточным библиотекам) и обмена данными между ними (обычно на уровне блоков данных). Множество FC-узлов (в этом контексте “узел” — это адаптер FC на конечном устройстве сети, например, хоста или массива хранения; протокол Fibre Channel определяет поведение узла стандартами N\_Port и NL\_Port) связываются в SAN с помощью одного или нескольких коммутаторов FC. SAN-коммутатор представляет собой устройство с FC-портами. SAN-директор, или бэббон это высоконадежный масштабируемый коммутатор, состоящий из шасси и модулей-лезвий с различной функциональностью. Если используются несколько коммутаторов, то они соединяются между собой через Inter-Switch Links (ISL). Поведение узла при этом описывается стандартом E\_Port. В этом случае вся сеть называется фабрикой, а иногда просто SAN. Под этими терминами понимаются все коммутаторы и программное обеспечение сервисов фабрики, а также, в зависимости от контекста, узлы и их программное обеспечение для управления хранением данных.

<sup>1)</sup> Данная статья во многом построена на материалах книги “Основы проектирования SAN”, Д. Джад. Книга бесплатно доступна в электронном виде на сайте [www.brocade.com](http://www.brocade.com) в разделе Bookshelf или в представительстве Brocade Россия и СНГ.

Необходимо заметить, что несколько фабрик могут быть организованы на базе одного директора, также как и несколько директоров объединены в одну фабрику.

Переподписка (over-subscription) — это ситуация, когда ресурс не может полностью поддерживать столько устройств, сколько могут потребовать доступ к нему. Такая ситуация возникает в SAN, когда несколько хостов или устройств хранения могут использовать один и тот же ISL. Тогда возникнет переподписка на ISL, однако это не обязательно скажется на производительности. Например, два хоста используют одну и ту же линию связи, но один — только ночью, а другой — только днем.

Транкинг — расширение связей между коммутаторами. В один транк 64Gbit можно объединить до восьми 8Gbit ISL и между восемью такими транками можно балансировать трафик с помощью Dynamic Path Selection, в итоге получив канал 256Gbit.

Локализация — близкое соединение портов отправителя и получателя, при котором трафик между ними не будет вообще или крайне редко будет идти через ISL, где обычно и происходит переполнение. Например, можно подсоединить порты хоста и системы хранения к одному лезвию в директоре.

## Топологии SAN

При проектировании инфраструктуры SAN под масштабируемостью обычно понимается максимальное число портов, которое способно поддерживать сеть без фундаментальной перестройки (тогда говорят: “Эта модель сети лучше масштабируется, потому что в ней используются более мощные коммутаторы, и поэтому она поддерживает больше портов при заданном числе доменов”).

Масштабирование SAN может происходить только в рамках существующей топологии, которых можно выделить пять типов (рис. 1):

- ориентированная на системы хранения;
- каскадная;
- кольцо;
- mesh (связь всех со всеми);
- центр/периферия (core/edge, CE).

Первые четыре типа SAN из-за связанных с ними ограничений по производительности, надежности и масштабируемости в основном существуют “в чистом виде” только в теории (хотя когда SANs только появились, некоторые вендоры их продвигали) и самым популяр-

ным методом построения SAN оказалась топология CE, или коммутируемые фабрики Fibre Channel. Кратко отметим основные особенности масштабирования каждой из топологий.

## Топология каскада

Каскадная сеть состоит из группы коммутаторов, соединенных цепочкой. Каждый коммутатор в середине цепочки соединен с коммутаторами, которые расположены слева и справа от него, а коммутаторы на обоих концах цепочки соединены только с одним коммутатором внутри цепочки. Можно использовать один или несколько ISL между соседними коммутаторами.

Такая архитектура не обладает масштабируемостью, не обеспечивает высокой производительности и не отличается высокой надежностью. Для масштабирования SAN нужно добавить коммутаторы на концах цепочки, что увеличивает число переходов (хопов) между концами сети и создает риск запаздывания пакетов и перегруженности сети. Другими словами, производительность сети падает по мере добавления в нее новых устройств и коммутаторов. Это полностью противоречит целям построения SAN, которая должна улучшить производительность.

Эту проблему можно решить, добавляя ISL между коммутаторами по мере под-

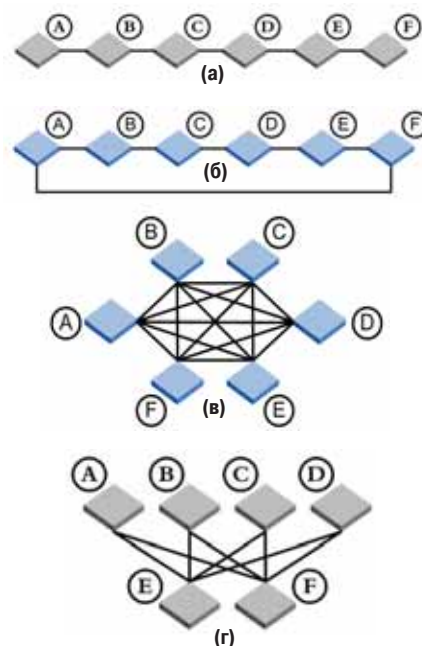


Рис. 1. Топологии SAN: (а) — каскадная — каскад из шести коммутаторов; (б) — кольцо из шести коммутаторов; (в) — mesh — сетка с 6 коммутаторами; (г) — CE.

ключения к фабрике новых коммутаторов. Однако такое добавление ISL внутрь цепочки при подключении новых коммутаторов связано с большими расходами и ограничивает масштабируемость, поэтому на практике каскадные сети никогда не применяются, поскольку по мере роста их производительность падает.

### Топология кольца

Кольцо похоже на каскад, но в нем конечные точки соединены между собой. У колец важное преимущество по сравнению с каскадами — они реализуют альтернативный маршрут и, если выйдет из строя коммутатор или линк в кольце, то трафик будет передаваться по кольцу в обратном направлении.

Помимо улучшения доступности, кольца улучшают производительность. В использующей механизм FSPF (Fabric Shortest Path First) сети Fibre Channel трафик всегда идет между коммутаторами в кольце по самому короткому из доступных маршрутов.

Хотя во многих отношениях кольца работают лучше каскадов, у обоих топологий есть общие проблемы, например, при добавлении в кольцо коммутатора увеличивается число хопов, что ухудшает производительность и надежность. Хопами (hop) называют расстояние, равное числу последовательных связей между коммутаторами или фабриками.

На самом деле в определенных отношениях кольца даже хуже каскада. Например, установка нового коммутатора приводит к необходимости временно отключить часть кольца.

Как и каскадные сети, кольца подходят для небольших проектов, где трафик в основном носит локальный характер. Если же в SAN больше четырех доменов (коммутаторов), то следует использовать другую топологию. Кольца также можно использовать для некоторых приложений MAN/WAN, где топология уже существующей MAN/WAN определяет топологию внедряемой на ее основе SAN.

### Топология mesh

Топология mesh предусматривает соединение каждого коммутатора со всеми остальными коммутаторами сети используя по крайней мере один ISL на соединение<sup>1)</sup>. Mesh решает многие проблемы каскадов и колец — расстояние до любого коммутатора составляет только один хоп, поэтому добавление новых коммутаторов в mesh не увеличивает число хопов между коммутаторами. Установка дополнительных коммутаторов не нарушает работу сети поскольку они устанавливаются не между уже соединенными коммутаторами. Можно использовать альтернативные маршруты, причем, в отличие от каскада, их несколько, поэтому mesh обладает высокой отказоустойчивостью.

К сожалению, у топологии mesh есть и свои существенные недостатки:

- стоимость. Даже в небольшой mesh слишком много ISL по отношению

<sup>1)</sup> На самом деле, это определение соответствует топологии full mesh (все со всеми). В частичном mesh часть ISL отсутствует. Однако в частичном mesh трудно спланировать производительность и масштабируемость, поэтому такую топологию не рекомендуется использовать.

к числу полезных портов и по мере расширения сети число доступных портов коммутаторов сокращается;

- из-за ограничений, указанных в предыдущем пункте, mesh нельзя масштабировать — при добавлении нового коммутатора расходуется по одному порту на всех остальных и возникает проблема экспоненциального роста числа ISL. Для соединения через ISL коммутаторов в mesh из двух коммутаторов требуется в сумме 2 порта, трех коммутаторов — 6 портов, а четырех коммутаторов — 12 и т.д. В результате mesh быстро становится крайне невыгодной по стоимости и ее расширение уже не имеет смысла после того, когда половина портов коммутаторов выделена для ISL;
- производительность. Хотя у каждого коммутатора половина портов может использоваться для ISL, между любыми двумя доменами есть только один маршрут. Для передачи трафика от коммутатора А к коммутатору В (см. рис. 1) можно использовать только ISL АВ. Если подключенные к коммутатору А пять устройств обращаются к устройствам, подключенным к коммутатору В, то четыре остальных линка коммутатора А никогда не будут использоваться. Можно построить дополнительные ISL между коммутаторами А и В, но это еще больше ухудшит масштабируемость и, если другие ISL никогда не используются, то непонятно, зачем они нужны. Чтобы все ISL в mesh использовались, трафик должен идти между несколькими точками и быть равномерно распределенным. Это последнее требование редко встречается в реальных SAN.

Из-за этих ограничений имеет смысл использовать full mesh только в фабрике с четырьмя доменами. Однако, если в каждом домене 384-портовый директор, то получится достаточно большая фабрика. Mesh также часто используется при построении небольших MAN/WAN, в которых каждая площадка является точкой mesh. Часто используется гибридная топология — CE внутри каждой площадки и mesh или кольцо для соединения площадок. Такой подход применим, когда имеется небольшое число площадок, а большие MAN/WAN обычно используют частичный mesh или варианты CE.

### Топология центр/периферия

Топология центр/периферия (core-to-edge, CE) — это эволюция популярной в мире сетей передачи топологии “звезда”. Одно из отличий фабрики CE от традиционной “звезды” — это то, что обычные сети CE имеют два и больше коммутаторов ядра для улучшения отказоустойчивости и производительности, а у сети с топологией “звезда” в центре только один коммутатор или концентратор. В сети Ethernet несколько коммутаторов в центре “звезды” обычно работают как тандем active/passive с использованием протокола Spanning Tree Protocol (STP).

На рис. 2 показана отказоустойчивая фабрика CE Fibre Channel. Коммутаторы нижнего уровня фабрики — это “коммутаторы центра”, а соединенные через них коммутаторы называются “гранич-

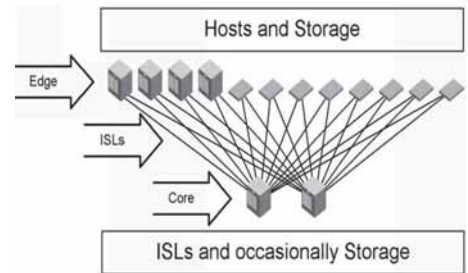


Рис. 2. Простая отказоустойчивая фабрика центр/периферия.

ными” (на рис. 1 граничными коммутаторами являются А - D, а коммутаторами центра — Е и F).

Топология CE стала основной для архитектуры SAN по нескольким причинам:

- хорошая протестированность, поскольку большинство применяемых фабрик, а также тестовые лаборатории Brocade и другие лаборатории, занимающиеся тестированием SAN, используют топологию core/edge в той или иной форме;
- хорошая сбалансированность — ее симметричность обеспечивает балансировку нагрузки и резервирование. Трафик между граничными коммутаторами можно распределять между всеми центральными коммутаторами;
- детерминированность — скорость передачи данных между двумя граничными коммутаторами никак не влияет на скорость между любыми двумя другими коммутаторами. Например, для передачи трафика между А и В на рис. 1 никогда не будут использоваться те же ISL, по которым идет трафик между С и D;
- экономичность — есть опции для разных соотношений цены и производительности. Если пользователям нужно обеспечить высокую производительность конкретного граничного коммутатора, то он может добавить ISL центр/периферия только к этому коммутатору без дополнительных расходов в расширение SAN;
- простота адаптации и модификации — поскольку каждый центральный коммутатор можно дублировать, а граничные коммутаторы взаимозаменяемы;
- проста для понимания, документирования и устранения сбоев. В отличие от частичного mesh в топологии CE легко разобраться;
- проста масштабирования без нарушения работы сети при подключении новых граничных коммутаторов к свободным портам центральных коммутаторов либо постепенной заменой центральных коммутаторов на модели с большим числом портов.

Хотя другие топологии используются в небольших SAN, практически все крупномасштабные внедрения основаны на вариантах CE.

Хотя приведенная классификация топологий вполне обоснованна, необходимо заметить, что все топологии могут деградировать и превращаться в топологии другого типа. Например, full mesh с двумя коммутаторами является также и



каскадом с двумя коммутаторами и кольцом с двумя коммутаторами. Full mesh с тремя коммутаторами является кольцом с тремя коммутаторами и треугольником. Если в кольце с четырьмя коммутаторами разорвать один ISL, то он превратится в каскад с четырьмя коммутаторами, а если выйдет из строя один из коммутаторов, то получится каскад с тремя коммутаторами. Практически любую топологию можно назвать частичным mesh.

Классификация топологий полезна при определении возможного поведения сетей, однако отсутствуют четкие границы между разными типами сетей, которые могут включать в себя разные топологии либо менять свою топологию при выходе из строя отдельных элементов.

Практически любая проблема архитектуры SAN может быть решена с помощью одной из этих топологий или их комбинации. Например, можно объединить ядра четырех сетей CE в mesh. Такой гибрид CE и mesh очень удобен для катастрофоустойчивых решений.

## Особенности масштабирования SAN

Одно из основных требований при проектировании SAN — возможность ее масштабирования до самых больших размеров, которые прогнозируются при ее развитии в обозримом будущем, с учетом всех требований по подключению, производительности, надежности, эксплуатации, управляемости и др.

Рассмотрим ряд моментов, которые следует учитывать при проектировании и масштабировании SAN.

### Масштабируемость топологии CE

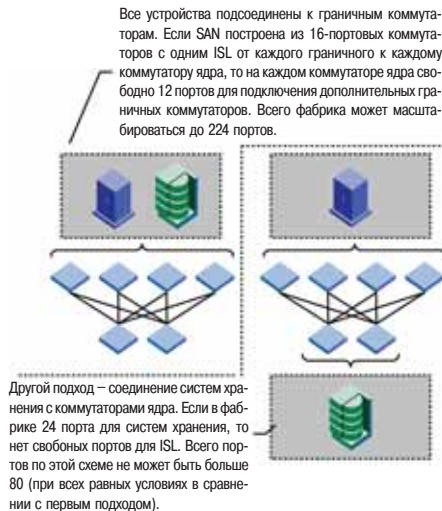
В отказоустойчивой фабрике CE два и более коммутаторов центра соединяют много граничных коммутаторов. Обычно свободные порты коммутаторов центра зарезервированы только для ISL и IFL (Inter Fabric Links) для обеспечения максимальной масштабируемости, и узлы подключаются к граничным коммутаторам. Порты, к которым подключаются эти узлы, обычно называются “граничными портами”, или “пользовательскими портами”, чтобы отличать их от портов, которые используются для ISL/IFL.

На рис. 3 показано, как на масштабируемость влияет добавление узла в фабрику CE. На обоих схемах SAN построена с помощью 16-портовых коммутаторов и соотношение числа хостов и устройств хранения составляет около 7:1, а коэффициент переподписки (oversubscription) ISL — 7:1<sup>1)</sup>. Однако на левой схеме устройства хранения подключены к границе, а на правой — к ядру, поэтому показанная слева архитектура может мас-

<sup>1)</sup> Здесь может стоять любое соотношение, если оно используется в обоих вариантах. Например, если для обоих примеров переподписка ISL была бы 3:1, то результаты были бы другими, однако соотношение осталось бы прежним. Аналогичным образом применение более мощных коммутаторов улучшило бы масштабируемость, но расположение устройств будет по-прежнему влиять на максимальное число.

<sup>2)</sup> 16 коммутаторов периферии по 12 свободных портов дают 192-портовую фабрику. При соотношении fan-out 7:1 это дает 24 устройства хранения и 168 хостов.

<sup>3)</sup> У 11 коммутаторов периферии есть 66 пользовательских портов на периферии для хостов и 10 пользовательских портов в центре для устройств хранения. Соотношение 66:10 — это максимально близкое к 7:1, которое может обеспечить эта архитектура.



**Рис. 3.** Масштабируемость SAN в зависимости от двух способов расположения устройств. Штатироваться до 224 устройств пока у коммутаторов ядра остаются свободные порты для ISL<sup>2)</sup>, а архитектура с подключением к ядру — только до 24 узлов хранения при максимальном числе портов SAN, равным 80<sup>3)</sup>.

Этот пример доказывает ограничение масштабируемости при подключении к ядру. Если подключать устройство хранения к порту коммутатора ядра, то общее число узлов увеличивается всего на одно устройство хранения, а если подключать к этому порту линк ISL, то масштабируемость SAN увеличивается на целый коммутатор. Чем мощнее коммутатор границы и больше коэффициент переподписки ISL, тем значительнее этот эффект.

Если нужно подключение именно к центру, то есть эффективное решение — узлы можно подключать к центру, если центр состоит из директоров с большим числом портов, например, Brocade 48000 или DCX Backbone. В этом случае архитектурные особенности этой топологии не будут существенно ограничивать масштабируемость, которая будет определяться прежде всего масштабируемостью сервисов фабрики.

### Масштабирование фабрик SAN до уровня Meta SAN

Можно связать много узлов Fibre Channel с помощью одного или нескольких коммутаторов/директоров FC. Если используются несколько коммутаторов, то они соединяются через Inter-Switch Links (ISL). В этом случае вся сеть называется фабрикой, а иногда просто SAN. Под этими терминами понимаются все коммутаторы и программное обеспечение сервисов фабрики, а также в зависимости от контекста — узлы и их программное обеспечение для управления хранением данных.

Теоретически, архитектура фабрик Fibre Channel поддерживает миллионы устройств, поскольку в них используются трехбайтовые адреса, однако на практике самые большие фабрики содержат только несколько тысяч устройств. Помимо масштабируемости, имеются характеристики доступности и управляемости, которые относятся ко всей фабрике. В определенных случаях это является плюсом (например, управление всеми зонами фабрики с одной консо-

ли упрощает текущее администрирование), но в других может быть и минусом (например, если подразделению компании нужна “собственная” фабрика, включая все оборудование и программное обеспечение). Даже в последнем случае могут потребоваться выборочные возможности подключения этих фабрик. Для этого в рамках архитектуры SAN, например, Brocade есть возможность создания так называемой Meta SAN.

Meta SAN — это архитектура зон LSAN (Logical Storage Area Network), каждая из которых может охватывать несколько фабрик в Meta SAN. Функции LSAN реализуются посредством FCR (Fibre Channel Routing) маршрутизации, которая дает возможность осуществить связь между фабриками без построения одного большого плоского региона управления. FCR может реализовываться на портах коммутаторов Brocade 5100, 5300 и бэбкона DCX активацией лицензии интегрированной маршрутизации (integrated routing), а также может реализовываться специализированными платформами Brocade 7500 и лезвием в директор/бэбконе FR4-18i (одна платформа может одновременно работать и как FCR, и как туннель FCIP). Для подсоединения маршрутизатора к периферийной фабрике используется EX\_Port (Enhanced E\_Port). С точки зрения коммутатора периферийной фабрики, порт EX\_Port практически не отличается от E\_Port. Он соответствует тем же стандартам Fibre Channel, что и другие порты Brocade E\_Port. Однако маршрутизатор терминирует порты EX\_Port, не позволяя различным фабрикам объединяться так, как они объединялись бы через обычные порты E\_Port. Каждый порт EX\_Port использует набор псевдоименов для представления удаленных фабрик, каждая с “подключенными” прокси-устройствами для представления устройств этих фабрик.

Как видно из рис. 4, можно объединить несколько островов SAN (т.е. изолированных фабрик) вместе с помощью маршрутизаторов FC-FC, соединенных с помощью Inter-Fabric Links (IFL). В данном случае полученная большая сеть называется Meta SAN, поскольку она реализует уровень иерархии выше традиционной SAN. В Meta SAN каждая фабрика идентифицируется с помощью уникального байт Fabric Identifier (FID). Для соединения устройств из разных фабрик Meta SAN создаются Logical Storage Area Networks (LSAN), представляющие собой зоны, охватывающие несколько фабрик. Маршрутизаторы FC-FC обеспечивают подключение и могут использоваться для увеличения архитектурной и практической



**Рис. 4.** Части Meta SAN.

масштабируемости на несколько порядков, поскольку они добавляют еще один байт ("Fabric ID" или FID) к адресному пространству фабрики и решают проблему масштабирования, которая до сих пор ограничивала максимальный размер фабрики. Тем не менее, у каждой фабрики сохраняется собственная копия сервисов фабрики и она может управляться отдельно от остальных фабрик Meta SAN и их устройств.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий использование Meta SAN.

Допустим, есть конфигурация, в которой сервер 1 записывает данные на СХД 1. Одновременно между СХД 2 и СХД 1 существует процесс репликации данных, а сервер 2 записывает данные на СХД 2.

Что произойдет, если разорвется связь между коммутатором 1 и коммутатором 2? Разорвется поток данных 3? Разумеется. Но также временно разорвется потоки данных 1 и 2.

Это связано с тем, что коммутаторам требуется время (хоть и очень небольшое) на перестройку топологии сети: выбор главного коммутатора, распределение номеров доменов и т.д.

Ситуация будет хуже, если линия связи обрывается и через краткое время восстанавливается опять. Или, к примеру, коммутатор 2 непрерывно перегружается. Это приводит, как правило, к тому, что коммутатор 1 также не будет передавать данные — все время будет происходить формирование фабрики, затем — разрушение фабрики и т.д.

В современных коммутаторах Fibre Channel эта проблема решена. Коммутаторы для изоляции от ошибок соединя-

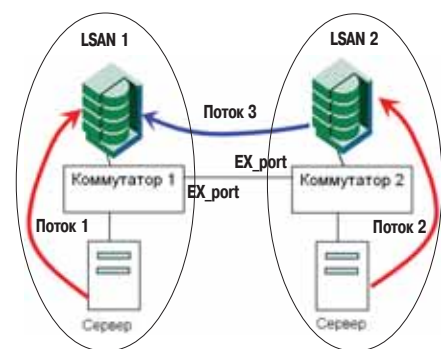


Рис. 5. Объединение/масштабирование двух коммутаторов/SAN на основе EX-рутинга/EX\_port позволяет объединить их, одновременно гарантируя, что изменения в одном коммутаторе не затронут другой коммутатор.

ют специальным типом портов EX-роутинг. В этом случае коммутаторы не формируют единую фабрику а лишь экспортируют/импортируют необходимые устройства (рис. 5).

В случае применения роутинга получаются два "изолированных" коммутатора. Становится возможно поручить настройку коммутаторов разным администраторов — в любой момент будет уверенность, что изменения в одном коммутаторе не затронут другой коммутатор.

Идея применения логических SAN не нова, но даже в современных центрах хранения данных эта функция крайне редко используется.

Если рассматривать пример более сложной SAN с отдельными центрами обработки данных, то применение LSAN становится еще более логичным. На рис. 6 изображена крупная SAN, построенная с помощью технологии маршрутизации.

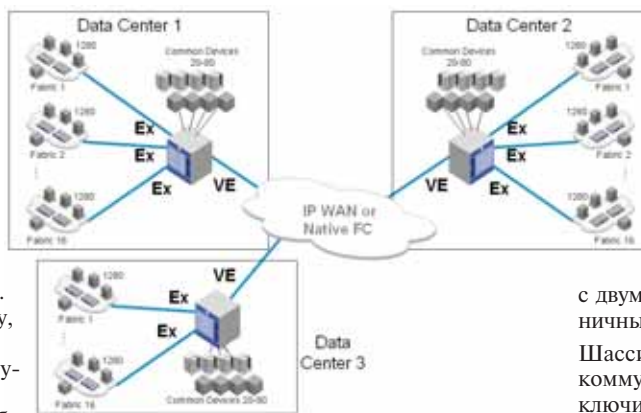


Рис. 6. Крупная SAN, построенная с помощью технологии маршрутизации/EX-рутинга/LSAN.

Данная сеть хорошо масштабируется, т.к. каждый центр обработки данных соединяет фабрики с помощью роутинга (LSAN), поэтому при наличии переходных процессов в каждой фабрике эти процессы не распространяются на всю остальную сеть. При необходимости администратор может, к примеру, связать систему хранения данных из центра обработки данных 1 с сервером из центра обработки данных 2.

### Масштабирование SAN в рамках блэйд-архитектуры

Общая архитектура SAN со встроенными коммутаторами в шасси блэйд-серверов мало отличается от любой другой архитектуры SAN (рис. 7). В этом примере каждый встроенный коммутатор образует один или несколько ISL в своей фабрике через подключение E\_Port. Коммутатор

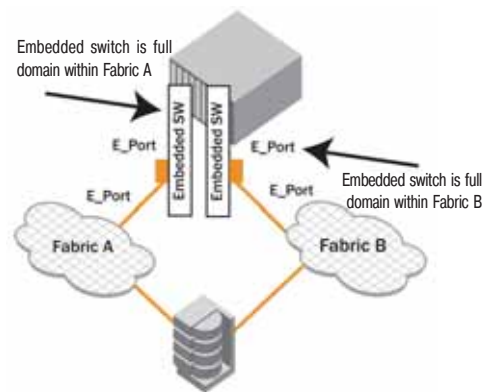


Рис. 7. Шасси блэйд-серверов с двумя встроенными коммутаторами подключенное через E\_Port к паре внешних фабрик.

полностью используется в сервисах своей фабрики (как и любой другой коммутатор) и поэтому напрямую влияет на масштабируемость SAN (число доменов).

В данной архитектуре каждое шасси блэйд-серверов оборудовано двумя встроенными коммутаторами. Для резервирования каждый коммутатор подключен к отдельным фабрикам. Каждый блэйд-сервер оборудован двухпортовым контроллером HBA, подключенным к каждому встроенному коммутатору через backplane шасси. В результате каждый блэйд-сервер получает доступ к устройствам хранения каждой фабрики, как если бы хост с двумя HBA был подключен к паре граничных коммутаторов из разных фабрик.

Шасси блэйд-серверов со встроенным коммутатором можно напрямую подключить через порты коммутатора к устройствам хранения. В этом случае фабрики A и B будут полностью интегрированы в шасси блэйд-серверов.

Однако при использовании этих продуктов в корпоративных SAN необходимо определить их как коммутаторы и соответствующим образом построить и управлять фабриками. В средних по размеру фабриках (состоящих из около 10 доменов) встроенные коммутаторы можно рассматривать как периферийные в простой архитектуре CE. В этом случае порты встроенных коммутаторов можно использовать как ISL, подключенные к одному или нескольким центральным коммутаторам.

Блэйд-серверы подключаются к SAN через шасси, каждый раз добавляя два и более switch-домена к фабрике. Большинство вендоров SAN-коммутаторов поддерживают намного меньшее число доменов, чем определяется FC-стандартами — 237: обычно от 24 до 55 в зависимости от вен-

## Обучение и сертификация Brocade — ключ к профессиональному успеху

Для руководства — объективный показатель квалификации сотрудника. Для сотрудника — путь к развитию. Сертификаты Brocade занимают первое место по зависимости зарплаты специалиста от его сертификации ([www.certmag.com](http://www.certmag.com), Salary Survey 2008, 2007; исследование среди более чем 35000 ИТ-профессионалов в более чем 100 странах).

**Сертификаты Brocade:** • Fabric Professional (BCFP); • SAN Designer (BCSD или BCFD); • SAN Manager (BCSM); • FICON Architect (BCFA).

Материалы для самообучения, бесплатные и платные web-курсы, курсы с преподавателем, сертификация — *раздел Education*, [www.brocade.com](http://www.brocade.com).

Курсы Brocade в Москве: учебный центр REDCENTER ([www.redcenter.ru](http://www.redcenter.ru)), учебный центр Hewlett-Packard.

Книги «Основы проектирования SAN», Д.Джад, по-русски, и «Strategies for Data Protection», Т.Слэк, по-английски — *раздел Bookshelf*, [www.brocade.com](http://www.brocade.com).

**Brocade Россия и СНГ:** [russia@brocade.com](mailto:russia@brocade.com), +7 (985) 762-5486, [www.brocade.ru](http://www.brocade.ru)



**BROCADE**



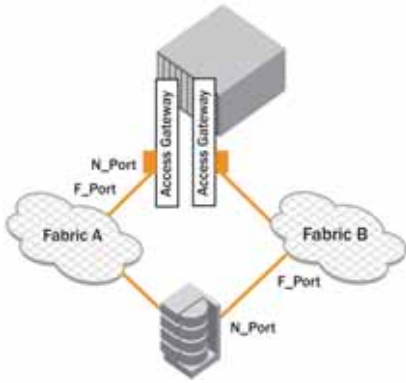


Рис. 8. NPIV-технология позволяет множеству HBAs разделять одно F\_ to N\_Port соединение, упрощая управление и давая каждому виртуальному серверу возможности физического.

дора. Добавление коммутаторов с небольшим числом портов (таких, как коммутаторов для блэйд-серверов) быстро увеличивает число доменов в фабрике, при этом каждый блэйд-сервер требует выделенного порта в SAN-фабрике. И это может создавать проблемы для компаний, когда они хотят расширить фабрики, используя коммутаторы для блэйд-серверов.

В более крупных инсталляциях такое использование встроенных коммутаторов ограничивает масштабируемость. Например, если фабрика в будущем будет поддерживать 100 шасси блэйд-серверов (например, каждое с 10 лезвиями), то для хостов потребуется 1000 записей в сервере имен плюс еще записи об устройствах хранения, что не создает проблем с поддержкой. Однако, если фабрика будет включать в себя более 100 доменов коммутаторов, то управление резко усложнится.

Для решения этой проблемы Brocade предлагает Brocade Access Gateway (Шлюз Доступа) — функцию, по умолчанию доступную на встроенных 4 и 8 Гбит/с коммутаторах блэйд-серверов Brocade, начиная с Fabric OS 5.2.1.

Ключевая особенность Access Gateway в том, что он не подключается через E\_Ports и не обеспечивает сервисы фабрики (рис. 8). Эти сервисы предоставляет коммутатор фабрики, подключенный к каждому Access Gateway, а Access Gateway подключается к коммутатору через соединения, которые выглядят как соединения с помощью HBA. Запросы на сервисы от встроенных HBAs (например, к сервису Name Server) через Access Gateway передаются коммутатору фабрики.

Опция Access Gateway основывается на NPIV-технологии, с помощью которой каждая виртуальная машина может иметь свой собственный WWN (World Wide Names) и, соответственно, свои собственные выделенные ресурсы хранения, что значительно повышает защищенность каждого из “гостевых” приложений, выполняющихся на физическом сервере. И даже при перемещении виртуальной машины другому физическому серверу WWN остается связанным с данной виртуальной машиной. При отсутствии NPIV-опции WWN присваивается только HBA физического сервера и, соответственно, всему пулу виртуальных машин.

Без NPIV-технологии достижение полного уровня безопасности данных осу-

ществлялось через комбинацию маскирования LAN и зонирование, что требовало, помимо использования более дорогостоящих SAN-коммутаторов, еще и сложного управления ими.

Опция Access Gateway позволяет связывать блэйд-серверы с SAN-фабрикой полностью прозрачно и без необходимости отдельного управления SAN-коммутаторами (например, для зонирования), используя традиционное ПО управления приложениями. Соответственно, резко уменьшается потребность в SAN/storage администраторах, а всей топологией могут управлять администраторы серверов.

Так как Access Gateway устройство не функционирует, как SAN-устройство, то оно не требует домена, и не снижает масштабируемости SAN. С меньшим количеством доменов фабрики упрощается ее обслуживание, повышаются ее надежность и доступность, а также уменьшается совокупная стоимость и увеличивается число серверов, которые можно установить в фабрику.

Эта архитектура позволяет развертывать много дополнительных серверов без добавления доменов и связанной с этим перестройкой (rebuild) фабрики, что происходит всякий раз когда у коммутатора включается питание, коммутатор добавляется или извлекается из фабрики. Иными словами, она обеспечивает все необходимые соединения без запуска сервисов, обычно ограничивающих масштабирование. Кроме того, она снимает большинство проблем несовместимости коммутаторов, которые раньше не позволяли смешивать устройства FC разных вендоров.

Применение режима Access Gateway существенно расширяет возможности технологии виртуальных серверов. До недавних пор одной из серьезных проблем при использовании виртуальных машин было разделение ввода вывода — т.к. для нескольких виртуальных машин использовалось небольшое количество адаптеров Fibre Channel. Это усложняло администрирование и эксплуатацию, так как несколько машин общались с системой хранения данных через один и тот же идентификатор порта адаптера (port WWN). Не легче было распределение полосы пропускания между виртуальными машинами. Опция Access Gateway, давая возможность иметь каждой виртуальной машине свой pWWN, позволяет управлять приоритетами на системе хранения данных — в данном случае виртуальная машина у нас имеет статус физической выделенной машины!

### Заключение

*Задача планирования масштабируемости SAN — многофакторная. При этом, помимо общих требований к SAN — надежности, доступности, управляемости и др., необходимо учитывать ряд принципов.*

*Во-первых, намного проще спроектировать 3000-портовую фабрику с помощью десяти 384-портовых директоров, чем с помощью пятидесяти 64-портовых коммутаторов или ста 32-портовых. Даже если в сети менее тысячи портов, проектировать удобнее с использованием*

*более мощных компонентов. Если фабрика состоит из нескольких сотен портов, установленных на одной площадке, то намного легче ее проектировать, внедрить и управлять с помощью директоров, а не коммутаторов. Это даст экономии средств за счет уменьшения затрат на лицензирование программного обеспечения, кабели ISL, SFP E\_Port портов, питание, охлаждение, место в стойках и т.д.*

*Во-вторых, если удастся частично локализовать ввод/вывод, то можно сократить число требуемых ISL и разбить архитектуру на несколько легко управляемых фабрик.*

*В-третьих, если в фабрике много локального трафика, но, тем не менее, ее требуется соединить с другими фабриками, то лучше использовать для этого соединения маршрутизацию FC. Маршрутизация обеспечивает выборочное соединение каналов передачи данных без объединения сервисов фабрик.*

*В-четвертых, при работе с шасси блэйд-серверов лучше применять встроенные коммутаторы с использованием технологии NPIV, а не оптические модули pass-through, что не только упрощает управление, но и значительно расширяет функциональность виртуальных серверов до уровня физических.*

*Павел Добринский,  
системный инженер  
Brocade Communications,  
pdobrins@brocade.com*

## Российский рынок ВИ-решений растет на 30% ежегодно

**Ноябрь 2008 г.** — В конце ноября 2008 г. в рамках мирового роудшоу IDC проведено в Москве ежегодную конференцию “IDC Business Intelligence Roadshow 2008”. По прогнозам IDC, в ближайшие 5 лет российский рынок ВИ-решений будет увеличиваться примерно на 30% ежегодно. По итогам 2007 г., рынок бизнес аналитики в России составил \$105,3 млн, а рост инвестиций в БА — более 60% по сравнению с 2006 г.

Одна из главных причин столь высоких темпов роста — переход крупных компаний, внедривших интегрированные системы управления предприятием, в следующую фазу автоматизации бизнес-процессов. В условиях глобализации экономики бизнес-аналитика становится необходимым инструментом поддержания конкурентоспособности компаний. Немалую роль играет и растущий интерес к ВИ-технологиям со стороны среднего бизнеса.

ВИ становится востребованным по мере того, как все большее количество менеджеров убеждается в преимуществах наличия подручных инструментов, помогающих принятию решений. ВИ-системы поддерживают процессы управления эффективностью компании, предоставляя оперативный анализ соотношения пла-