



ГЛАВА 11

Введение в общее хранилище и кластеризацию

Общее хранилище и кластеризация в Windows Server 2012 R2 предоставляют, вероятно, наиболее важную функциональность, которая требуется любой инфраструктуре крупного предприятия или центра данных. Гарантирование того, что ресурсы вроде приложений, служб, файлов и папок доставляются с обеспечением высокой готовности (high availability — HA), централизации и масштабируемости, должно быть первостепенной целью каждого IT-администратора и консультанта. Использование общего хранилища и кластеризации предоставляет организациям возможность масштабировать хранилище по требованию, создавать централизованные местоположения для ресурсов и делать их высоко доступными для бизнес-деятельности.

Концепции общего хранилища и кластеризации не являются новыми или эксклюзивными для Windows Server 2012 R2, но обретение четкого понимания каждой концепции позволит уверенно развертывать расширенные предложения HA, которые поступают в готовом виде вместе с операционной системой. В этой главе вы изучите следующие темы:

- ◆ использование опций хранилища, доступных для кластеризации;
- ◆ применение кворума для помощи в кластеризации;
- ◆ построение кластеров хостов и гостей.

Основы общего хранилища

В наиболее базовой форме общее хранилище предоставляет центральное местоположение внутри IT-инфраструктуры организации, предназначенное для размещения специального набора файлов или приложений, так что многочисленные

пользователи могут иметь к ним одновременный доступ. В этой технологии могут быть задействованы самые разнообразные устройства хранения, примерами которых являются сети хранения данных (storage area network — SAN), сетевое хранилище (Network Attached Storage — NAS) и последовательно присоединенные устройства SCSI (Serial Attached SCSI — SAS). В зависимости от существующих требований (и бюджета), вы по своему усмотрению развертываете те или иные опции. В конечном счете, при объединении посредством кластеризации все эти опции преследуют одну и ту же цель — позволить пользователям продолжать работу с их приложениями и файлами в случае выхода сервера из строя. Рассмотрим простой пример с сотрудником отдела кадров по имени Сара. Она должна убедиться в наличии местоположения для безопасного хранения критически важных документов, связанных с кадрами, которые могут содержать номера карточек социального страхования. При правильно спроектированном и реализованном решении общего хранилища Сара может поместить эти файлы в совместно используемое местоположение, которое подвергается шифрованию и резервному копированию, и потенциально могла бы иметь права на управление настройками безопасности. Другие сотрудники с соответствующими правами для этого местоположения имеют доступ к своим файлам, и Саре не придется беспокоиться об открытии совместного доступа к файлам на ее собственной рабочей станции или о риске утратить файлы в результате аварии.

Хранилище и возможность предоставления к нему управляемого доступа являются наиболее распространенными требованиями в любой организации. Доступно множество опций хранения. Прежде чем приступить к рассмотрению опций, доступных в Windows Server 2012 R2, давайте ознакомимся с базовыми компонентами:

- ◆ iSCSI SAN
- ◆ Fiber Channel SAN
- ◆ Корпуса SAS
- ◆ SMB 3.0 Server 2012

Благодаря развитию средств, касающихся хранилища, в Windows Server 2012 R2 вы можете начать пользоваться этими компонентами в имеющейся инфраструктуре. Ниже приведен краткий обзор указанных технологий.

Сеть хранения данных

Сеть хранения данных — это подключенная к сети сущность, выделенная специально для хранения. Технология SAN является просто базовой инфраструктурой, и каждое конкретное решение SAN представляет хранилище собственным уникальным способом. В действительности речь идет о хранилище на уровне блоков, которое доступно ресурсам через сеть. SAN обычно выглядит как крупное устройство с многочисленными жесткими дисками, которые вы разделяете и форматируете для представления серверам и компьютерам в сети.

Вдобавок SAN не обязательно должна быть традиционной сетью; например, она может быть волоконно-оптическим каналом (Fiber Channel). В случае волоконно-оптического канала применяется тот же самый базовый принцип: это устройство, заполненное дисками, но сеть основана на оптоволокне. В большинстве организаций сети хранения данных имеет сетевой коммутатор, специально выделенный и оптимизированный для SAN. Сеть передачи данных, с которой взаимодействует

SAN, обычно называют *фабрикой хранилищ*. Главная цель SAN — разрешить различным типам серверов, приложений и пользователей из множества мест иметь доступ к пулу хранения, который может быть доступен из любого устройства, связанного с этой фабрикой хранилищ. Часть фабрики хранилищ является хост-адаптером шины (host bus adapter — HBA), представляющим собой сетевую интерфейсную плату (network interface card — NIC), которая соединяет фабрику хранилищ с ресурсами в сети, нуждающимися в доступе к хранилищу.

Многие организации и IT-профессионалы уверены, что SAN предоставляет им гибкость развертывания и повторного развертывания серверов и хранилища в намного более динамической манере. Серверы могут загружаться напрямую из SAN, что предоставляет им операционную систему и конфигурации в крупном местоположении с высокой готовностью. Если физический сервер утрачивает работоспособность, его место может занять новый сервер, а операционная система и связанные диски могут быть направлены на новый сервер намного быстрее, чем в случае переустройства и восстановления с ленты.

Мы рекомендуем уделить некоторое время на более глубокие исследования этих тем, и если в вашей организации имеется SAN, то вы должны начать с чтения сопутствующих руководств по развертыванию и администрированию.

iSCSI

Интерфейс малых компьютерных систем, основанный на TCP/IP (Internet Small Computer System Interface — iSCSI), существует на протяжении многих лет, и он применялся в качестве способа коммуникации компьютеров или серверов с дисковыми устройствами или другими устройствами хранения, такими как библиотеки лент. С развитием SCSI развивалась также сетевая инфраструктура, соединяющая серверы и компьютеры. Гигабитные сети стали намного более распространенным явлением, что обеспечивает подключение к хранилищам с широкой полосой пропускания. Протокол iSCSI используется для упрощения передачи данных по сети TCP/IP (Ethernet). Протокол iSCSI позволяет предоставлять дисковые устройства, расположенные в SAN, через существующую сеть вашим серверам.

Инициатор iSCSI (iSCSI Initiator) от Microsoft является программным компонентом, который встроен во все операционные системы Windows Server, начиная с Windows Server 2008, и также включен в Windows 7 и Windows 8. Инициатор iSCSI делает возможными подключения устройств Windows для утилизации этой технологии.

Как и с другими технологиями хранения, о которых здесь пойдет речь, мы не собираемся вдаваться в самые мелкие детали, касающиеся всех доступных опций масштабирования и производительности. Цель этой главы — предоставить введение в эти области.

Волоконно-оптический канал

Волоконно-оптический канал (Fiber Channel — FC) является еще одним высокоскоростным сетевым каналом, работающим через медную витую пару или оптоволоконный кабель. Подключение к серверам и хранилищу поддерживается через хост-адаптер шины (HBA) с применением протокола, похожего на TCP, который называется протоколом волоконно-оптического канала (Fiber Channel Protocol — FCP).

Адаптеры HBA взаимодействуют в группе зон со специальными мировыми именами, которые по существу действуют подобно IP-адресам. Подключение Fiber Channel к устройствам и хранилищу производится через оптоволоконный коммутатор и управляется в зонах, которые выделены специальным сетевым интерфейсом. Это давно было самым быстрым типом подключаемости к сетевым хранилищам, доступным для организаций, но он далеко не дешев!

Корпуса SAS

Последовательно присоединенные устройства SCSI (SAS) — это метод доступа к устройствам, которые используют последовательное подключение по локально соединенным кабелям. В отличие от iSCSI и FC, решения корпусов SAS не располагают сетевой подключаемостью. Технология SAS поддерживает ранние технологии SCSI, в том числе принтеры, сканеры и другие периферийные устройства. Корпуса SAS представляют собой большие устройства, подобные SAN, которые имеют множество дисков, сконфигурированных с применением различных уровней RAID для обеспечения избыточности на случай отказа диска.

RAID

Избыточный массив независимых дисков (Redundant Array of Independent Disks — RAID) состоит из множества дисков, сгруппированных вместе. Этот массив позволяет настраивать отказоустойчивые диски и масштабировать их для достижения высокого уровня производительности. Существует много типов RAID, которые предлагают разнообразные методы поддержки производительности и обхода отказа. Технологии RAID являются основой внутренней работы iSCSI, SAS и корпусов Fiber Channel SAN. По следующей ссылке вы найдете подробные сведения по типам RAID и ситуациям, в которых они используются: [http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc786889\(v=WS.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc786889(v=WS.10).aspx).

SMB 3.0

Блок сообщений сервера (Server Message Block — SMB) — это протокол, специально разработанный для общих файловых ресурсов и масштабирования этих ресурсов или серверов. Он функционирует поверх TCP/IP, но может использовать другие сетевые протоколы. SMB применяется для доступа к пользовательским данным и приложениям в ресурсах, которые существуют на удаленном сервере. Для настройки SMB должны быть удовлетворены специфические требования.

- ◆ Требуется кластер с обходом отказа Windows Server 2012/2012 R2, имеющий минимум два узла.
- ◆ Должна быть возможность создания общих файловых ресурсов со свойством Continuous Availability (Постоянная доступность); по умолчанию так и есть.
- ◆ Общие файловые ресурсы должны находиться на томах CSV.
- ◆ На клиентских компьютерах, получающих доступ к этим ресурсам, должна быть установлена ОС Windows 8 или последующей версии.
- ◆ На серверах, использующих или обращающихся к этим ресурсам, должна быть установлена ОС Windows Server 2012 или выше.

На серверах кластера с обходом отказа, на которых функционирует ОС Windows Server 2012/2012 R2, дополнительные компоненты или роли устанавливать не нужно. Протокол SMB 3.0 включен по умолчанию. Ниже перечислены новые возможности SMB, доступные в Windows Server 2012/2012 R2.

- ◆ **SMB Transparent Failover (Прозрачный обход отказа SMB).** Эта возможность позволяет прозрачно подключать клиентов к другому узлу гладким образом, чтобы работа приложений и хранилища не прерывалась.
- ◆ **SMB Scale Out (Масштабирование SMB).** Применяя общие тома кластера (Cluster Shared Volume — CSV), вы создаете общий диск, который все узлы в кластере используют через прямой ввод-вывод, чтобы эффективнее расходовать полосу пропускания сети и нагрузку на файловых серверах. Это оптимизирует производительность и в то же время обеспечивает улучшенный доступ клиентам.
- ◆ **SMB Direct (Прямой доступ SMB).** Эта возможность задействует сетевые интерфейсные платы, которые поддерживают функции RDMA (Remote Direct Memory Access — дистанционный прямой доступ в память), и позволяет разгрузить центральный процессор и обеспечить более высокие скорости передачи данных с минимальной задержкой.

Новых возможностей SMB появилось совсем немного. Существует множество других компонентов, таких как специфичные для SMB командлеты PowerShell, шифрование и счетчики производительности.

Более подробную информацию по SMB и набору новых возможностей можно найти по ссылке <http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831795.aspx>.

Службы файлов и хранилища Windows Server 2012 R2

Роль File and Storage Services (Службы файлов и хранилища) в Windows Server, показанная на рис. 11.1, предоставляет все службы и функции, необходимые для управления и создания файловых серверов и хранилища разных типов в Windows Server.

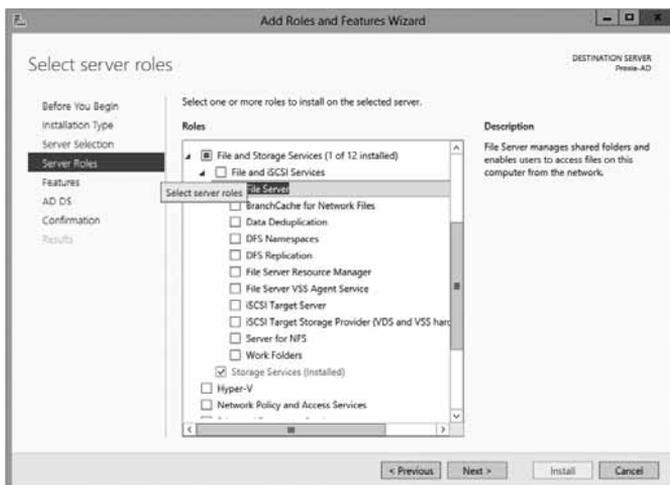


Рис. 11.1. Роль File and Storage Services

Как видите, компонент Storage Services (Службы хранилища) устанавливается по умолчанию и не может быть удален. Другие компоненты при необходимости могут быть установлены либо удалены.

Компонент File and iSCSI Services (Службы файлов и iSCSI) этой роли предоставляет множество других компонентов, которые помогают управлять общими файлами, размером диска, репликацией и офисами филиалов. В следующем списке представлен обзор этих компонентов с указанием возможностей, которые они предлагают для файлов и хранилища в Windows Server 2012 R2.

- ◆ **File Server (Файловый сервер).** Этот компонент позволяет управлять общими ресурсами и предоставляет пользователям возможность доступа к файлам на конкретном сервере в сети организации.
- ◆ **BranchCache for Network Files (BranchCache для сетевых файлов).** Этот компонент позволяет серверам BranchCache иметь сетевые файловые службы.
- ◆ **Data Deduplication (Дедупликация данных).** Эта служба помогает управлять и экономить дисковое пространство, анализируя содержимое тома и удостоверяясь в существовании только одной версии каждого файла. Продолжая приведенный ранее пример с Сарой и ее файлами из отдела кадров, предположим, что Меттью, коллега Сары в отделе кадров, сохранил копию файла в каком-то другом месте, подумав о том, что она недоступна. Служба Data Deduplication обеспечивает существование только одной версии конкретного файла, но делает доступными ссылки на него, так что Меттью сможет найти свой файл.
- ◆ **DFS Namespaces (Пространства имен DFS).** Распределенная файловая система (Distributed File System — DFS) позволяет настроить группу общих папок, которые могли бы располагаться на других серверах в организации, но выглядеть как имеющие одно имя. Вот пример:
 - сервер 1 имеет общую папку по имени `\\Server1\Files`;
 - сервер 2 имеет общую папку по имени `\\Server2\Stuff`.

С помощью DFS Namespaces можно было бы определить их как `\\Bigfirm\Shared`.

- ◆ **DFS Replication (Репликация DFS).** Этот компонент позволяет синхронизировать общие папки по сети WAN. Он не требует DFS Namespaces, но может применяться совместно.
- ◆ **File Server Resource Manager (Диспетчер ресурсов файлового сервера).** Диспетчер ресурсов файлового сервера (File Server Resource Manager — FSRM) — это инструмент для управления и мониторинга производительности, который предоставит более детальные отчеты о том, что происходит с хранилищем. Посредством FSRM можно также строить файловые политики, квоты и классификации.
- ◆ **File Server VSS Agent Service (Служба агента VSS файлового сервера).** Эту службу можно использовать для копирования приложений и данных, хранящихся на конкретном сервере, на котором установлена роль File and Storage Services, с применением службы теневого копирования томов (Volume Shadow Copy Service — VSS). За дополнительными сведениями о службе VSS обращайтесь по ссылке <http://tinyurl.com/c1lwhat1svss>.

- ◆ **iSCSI Target Server (Целевой сервер iSCSI).** Это предоставляет инструменты и связанные службы для управления серверами iSCSI.
- ◆ **iSCSI Target Storage Provider (VDS and VSS Hardware Providers) (Поставщик целевого хранилища iSCSI (поставщики оборудования VDS и VSS)).** Работает подобно службе File Server VSS Agent Service, но специфичен для серверов, которые используют цели iSCSI и службу виртуальных дисков (Virtual Disk Service — VDS).
- ◆ **Server for NFS (Сервер для NFS).** Вы можете включить сетевую файловую систему (Network File System — NFS), которая применяется в компьютерах с Unix/Linux, так что общие ресурсы из установки Windows Server 2012 R2 будут видимыми таким клиентам.
- ◆ **Work Folders (Рабочие папки).** Этот новый компонент Windows Server 2012 R2 предоставляет простой способ управления файлами, которые существуют на множестве рабочих станций и персональных устройств. Рабочая папка будет действовать в качестве хоста и синхронизировать файлы пользователей с этим местоположением, так что пользователи могут получать доступ к своим файлам изнутри или снаружи сети. Отличие от компонента File Server или DFS Namespaces в том, что файлы размещены на клиентах. Снова возвратившись к примеру с Сарой и Мэттью из отдела кадров, отметим, что они могли бы использовать Work Folders для обеспечения синхронизации и обновления файлов, хранящихся в определенных местоположениях на их рабочих станциях, с файловым сервером. Если они работают над проектом вместе, но находятся в разных местах, нужные файлы будут всегда доступны и синхронизированы.

Все эти компоненты можно установить через управляющую панель диспетчера серверов, которая предоставляет детальные сведения о каждом компоненте и любые предварительные условия. В следующем разделе мы определим кластер и поможем построить высоко доступные службы при участии кластеризации с обходом отказа.

Кластеризация

В наиболее базовой форме *кластер* — это два или большее количество серверов (физических или виртуальных), сконфигурированных как логический объект и единственная сущность, которая управляет общими ресурсами и представляет их конечным пользователям. Серверы, являющиеся членами кластера, называются *узлами*. Тремя самыми распространенными типами кластеров в Windows Server 2012 R2 являются кластеры файловых серверов, кластеры SQL и кластеры Hyper-V.

Двухузловой кластер, например, можно было бы сконфигурировать с узлами (физическими либо виртуальными), множеством сетевых интерфейсных плат и каким-то решением общего хранилища наподобие iSCSI, SAN или напрямую присоединенных дисков.

Цель кластеризации заключается в том, чтобы разрешить определенной группе узлов работать вместе, пользуясь общей мощностью высоко доступных ресурсов. Это обеспечит вашим конечным пользователям высокую готовность в отношении рабочих нагрузок, которые им нужны.

Кластеризация предоставляет следующие преимущества.

- ◆ Возможность сохранения работоспособности в случае отказа или отключения узла.
- ◆ Возможность перезапуска виртуальной машины или сохранения работоспособности при отказе какой-то виртуальной машины.
- ◆ Нулевое время простоя для любых исправлений или обслуживания узлов кластера.
- ◆ Возможность переноса и рассредоточения нагрузки серверов (такого как гостевые виртуальные машины).

Опции масштабируемости выходят далеко за рамки двух хост-серверов и могут быть расширены вплоть до 64 узлов на кластер, даже с поддержкой разнесенных географических местоположений. Сложности географически распределенных кластеров для доступности и восстановления не являются темой этого раздела, но они станут более важными, как только вы начнете понимать возможности кластеризации.

Кластеры обычно используются в сценариях с высокой емкостью, высокой видимостью и устойчивостью к отказам. Вы проектируете размер и тип кластера на основе определенных потребностей службы или бизнес-деятельности, а также на базе ресурсов, которые должны быть размещены. При любом сценарии всегда думайте о кластеризации как о решении, предназначенном для увеличения доступности ваших служб, приложений и компонентов конечным пользователям.

В течение многих лет Windows Server росла как операционная система, и требования по созданию кластера всегда были ключом к успешной реализации кластера. В следующем примере мы рассмотрим эти требования.

Требования кластеризации

Мы посвятим некоторое время исследованиям требований к настройке кластера и ознакомлением с несколькими рекомендуемыми подходами. Но перед тем как приступить к изучению специфики оборудования, прочитайте статью “Проверка оборудования для отказоустойчивого кластера”, доступную по ссылке <http://technet.microsoft.com/ru-ru/library/jj134244.aspx>.

ИНФОРМАЦИЯ О ПРОВЕРКЕ ДЛЯ WINDOWS SERVER 2012 R2

На момент написания этой книги информация о проверке для Windows Server 2012 R2 не была опубликована. Требования, указанные в статье “Проверка оборудования для отказоустойчивого кластера”, применимы и продолжат поддерживаться.

Ниже перечислены эти требования.

- ◆ **Серверы.** Наша бригада экспертов, обладатели звания MVP и специалисты из Microsoft рекомендуют использовать набор оборудования, который содержит одинаковые или похожие элементы и конфигурацию.
- ◆ **Сеть.** Всегда следует применять несколько сетевых интерфейсных плат. Кроме того, если кластеры используют iSCSI, вы должны разделять трафик сети и

трафик нормальных коммуникаций либо за счет применения физически разного сетевого оборудования, либо путем логического сегментирования трафика, используя виртуальные сети (VLAN) на коммутаторах.

- ◆ **Хранилище.** Если в кластере задействовано хранилище Serial Attached SCSI или Fiber Channel, то все элементы должны быть идентичны, включая драйверы НВА и прошивки ПО (firmware). Вы не должны применять множество версий прошивки ПО или драйверов, даже если производитель их поддерживает.
- ◆ **Общее хранилище.** Общее хранилище представляет собой обязательное требование. В Windows Server 2012 (и Windows Server 2012 R2) можно использовать общее хранилище, являющееся локальным через SAS на сервере, наряду с общими файловыми ресурсами SMB 3.0 для всех потребностей кластера.
- ◆ **Пространства хранения.** Если вы планируете применять Serial Attached SCSI, то в Windows Server 2012 и Windows Server 2012 R2 поддерживаются пространства хранения (Storage Spaces). Пространства хранения обсуждаются в главе 12, но в отношении пространств хранения и кластеров можно указать несколько базовых требований.
 - Необходимо иметь минимум три физических дисковых устройства SAS.
 - Устройства должны обладать емкостью минимум 4 Гбайт.
 - Устройства не могут быть загрузочными дисками; они должны быть выделены в качестве пула хранения.
 - При конфигурировании пространств хранения кластеры поддерживают только простые или зеркальные типы.

Функциональность кластеризации

Кластеризация — это сочетание программного обеспечения и оборудования, и она может охватывать физические серверы или виртуальные машины. В Windows Server 2012 R2 имеются встроенные компоненты и инструменты для развертывания кластеров, включая удобный мастер предварительных условий, который позволяет проверить, что для успешной настройки кластера присутствуют все компоненты и конфигурации.

Со времен версии Windows Server 2008 R2 в кластеризацию были внесены многие усовершенствования. На кластеризацию оказывают влияние улучшения операционной системы, но ее средства остались на прежних местах и обладают теми же возможностями, что и в предшествующих версиях, с крупным усовершенствованием, таким как масштабируемость кластеров. В Windows Server 2012 и Windows Server 2012 R2 предлагается увеличенная масштабируемость в рамках компонента Hyper-V Failover Clustering (Кластеризация с обходом отказа Hyper-V), который теперь поддерживает вплоть до 64 узлов и 8 000 виртуальных машин на кластер.

Кроме того, в Microsoft представили концепцию *постоянной доступности*. Она включает объединение сетевых интерфейсных плат, поддержку обновления с учетом кластера (Cluster-Aware Updating) и масштабируемые файловые серверы (Scale-Out File Server — SOFS). Постоянная доступность — это сквозной мониторинг с вариантами его проведения вверх и вниз внутри целого стека кластеров.

- ◆ **Обновления с учетом кластера.** Cluster-Aware Updating — это служба, поддерживаемая заново сконструированными службами обновления Windows Server Update Services (дополнительные сведения ищите в главе 31 тома 2). Данный компонент переместит рабочую нагрузку или виртуальные машины в другой узел кластера, обработает обновление (при необходимости иницилируя перезагрузку), после чего возвратит рабочую нагрузку обратно и продолжит со следующим узлом кластера.
- ◆ **Использование виртуальных дисков Hyper-V как открытого хранилища.** Вероятно, одной из лучших особенностей Windows Server 2012 и Windows Server 2012 R2 считается возможность употребления виртуальных дисков Hyper-V (только в формате VHDX) в качестве открытого хранилища для гостевой кластеризации, что значительно расширяет масштабируемость и доступность внутри виртуальной инфраструктуры, а также позволяет строить масштабируемые файловые серверы. Наиболее важно то, что появляется возможность применения файлов VHDX для кластеризации без SAN.

Правильно реализованное решение кластеризации с обходом отказа доведет до максимума продуктивность бизнес-деятельности и отточит уровни обслуживания. Отказоустойчивым центром данных является такой центр, который располагает пулами ресурсов для вычислительной мощности, хранилищем и сетевыми ресурсами. При построении среды кластеризации с обходом отказа с помощью Windows Server 2012 R2 вы начинаете с физического уровня, т.е. с сети.

На рис. 11.2 показан отдельный сервер с двумя физическими платами NIC и множеством виртуальных адаптеров.

Благодаря постоянной доступности, вы получаете не только более высокую надежность, но также улучшенные показатели производительности. При таком подходе вы объединяете множество подключений для увеличения полосы пропускания, доступной операционной системе, и обеспечения отказоустойчивости, если отказывает порт NIC, отключается кабель или перестает работать физическая плата.

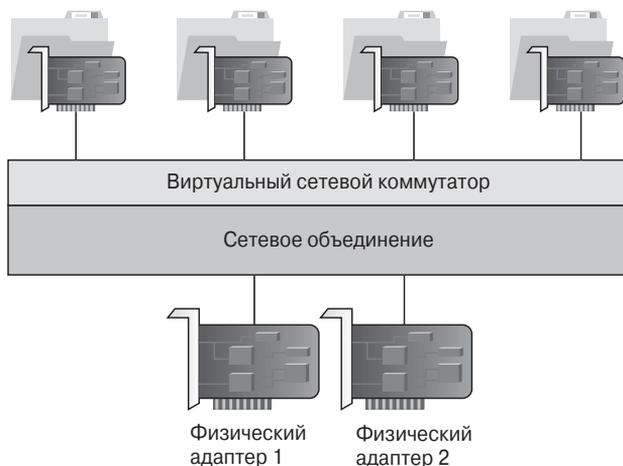


Рис. 11.2. Физические и виртуальные адаптеры

Общие тома кластера

Общие тома кластера (Cluster Shared Volume — CSV) являются компонентом кластеризации с обходом отказа и впервые были введены в Windows Server 2008 R2. Тома CSV проектировались специально для виртуализации. Их базовое применение было связано с упрощением хранилища для виртуальных машин. Если вы не используете том CSV с серверами Hyper-V, то доступ к вашему диску возможен только со стороны одного узла в каждый момент времени. Конфигурирование тома CSV позволяет применять обычный общий диск, упрощает задачи управления хранилищем для Hyper-V и допускает существование множества файлов VHD. Вы также можете минимизировать время простоя и утери подключения с помощью обнаружения отказа и восстановления посредством дополнительных путей подключения между узлами в кластере (через SAN).

Проектное решение тома CSV упрощает хранилище, так что несколько виртуальных машин могут получать доступ к одному и тому же диску одновременно, что очевидно не требует большого количества дисковых устройств. Вместе с этой моделью вы получите и другие возможности; когда вы делаете живой перенос виртуальной машины, общие тома создают множество подключений между узлами кластера и общим диском. Таким образом, если подключение утрачивается, перенос может быть продолжен через другое подключение. Чтобы задействовать тома CSV, вам придется использовать только разделы NTFS; какие-то другие специальные настройки или конфигурации не потребуются.

В Windows Server 2012 тома CSV позволяют нескольким узлам иметь доступ по чтению/записи к тому же самому диску. Вы получаете преимущество в виде возможности быстрого перемещения любого тома из одного узла внутри кластера в другой узел внутри этого кластера. Средства монтирования и размонтирования тома существенно улучшились, что способствует упрощению процедуры управления большим количеством дисков в кластерах. В Windows Server 2012 также были внесены значительные изменения в расширенные возможности, такие как тома BitLocker, устранение поддержки зависимостей от внешней аутентификации для пространств хранения и крупные усовершенствования в проверке функциональности между Hyper-V и CSV, которые увеличивают производительность. В версии Windows Server 2012 отсутствует автоматическая ребалансировка назначения узлов для дисков, но в Windows Server 2012 R2 владение тома CSV балансируется между всеми узлами. Ранее всеми дисками мог владеть один или два узла в, скажем, 12-узловом кластере, но в Windows Server 2012 R2 диски равномерно распределяются между 12 узлами. Если какой-нибудь из узлов теряет работоспособность, кластер автоматически запускает процесс ребалансировки размещения дисков. За счет перемещения из единственного узла координатора в распределенный узел поддержка масштабируемых файловых серверов намного более эффективна, а риск отказа значительно снижается.

В Windows Server 2012 R2 тома CSV имеют лучшую диагностику и способность к взаимодействию, чем в предшествующих версиях. Вы можете просматривать тома CSV на поузловой основе, чтобы выяснить, настроено ли перенаправление операций ввода-вывода и причина этого перенаправления. Версия Windows Server 2012 R2 располагает новым командлетом PowerShell под названием `Get-ClusterSharedVolumeState`.

В плане способности к взаимодействию в Windows Server 2012 R2 добавлена поддержка следующих средств:

- ◆ отказоустойчивая файловая система (Resilient File System — ReFS);
- ◆ дедупликация данных;
- ◆ равноправные пространства хранения и многоуровневые пространства хранения.

Рост и принятие виртуализации в организациях всех размеров показывает, что способ применения кластеризации в наши дни разительно изменился, если сравнивать с тем, как обстояли дела даже пять лет назад. Многие центры данных в настоящее время строят кластеры крупных размеров. В Microsoft усердно трудятся над повышением отказоустойчивости томов CSV, а также над расширением сферы их использования за пределы одних лишь виртуальных машин, распространяя CSV на масштабируемые файловые серверы (SOFS), особенно на общие файлы VHDX. Масштабируемые файловые серверы обсуждаются в главе 13. Основные изменения в томах CSV с момента Windows Server 2008 R2 расширяют перечень возможных случаев их применения, а также сценарии и опции хранилища для ваших кластеров.

Кластеры и виртуализация

В этом разделе внимание будет сосредоточено на усовершенствованиях в Windows Server 2012 R2. Так как между выпусками Windows Server 2012 и Windows Server 2012 R2 прошел всего один год, мы будем трактовать их как один выпуск. Средства, специфичные для Windows Server 2012 R2, будут отмечены особо. Первым делом, давайте взглянем на сами новые средства и то, какие великолепные опции получили гостевые кластеры (кластеры виртуальных машин).

- ◆ **Общий виртуальный жесткий диск.** Одним из новых средств является общий виртуальный жесткий диск (virtual hard disk — VHD) для гостевых кластеров, который предоставляет среде Hyper-V возможность использования файла .vhdx в качестве решения общего хранилища.
- ◆ **Очистка виртуальной машины при ее завершении.** Очистка виртуальной машины при ее завершении позволяет хосту Hyper-V запускать очистку конкретного узла и переносить все виртуальные машины на новый хост. Это также происходит, если виртуальная машина завершается во время бездействия.
- ◆ **Мониторинг работоспособности сети виртуальных машин.** Мониторинг работоспособности сети виртуальных машин позволяет выполнять живой перенос виртуальных машин, если в виртуальной сети произошло отключение. К дополнительным новым средствам относятся такие вещи, как управляющая панель кластера и определение работоспособности узлов, которые были помещены в эту управляющую панель.
- ◆ **Живые переносы.** До выхода Windows Server 2012 для проведения живого переноса нужно было иметь решение общего хранилища в месте, которое применялось для живого переноса без каких-либо простоев. Версия Windows Server 2012 позволяет перемещать виртуальные машины из хоста на хост с кластером или без него, и благодаря добавлению общих файловых ресурсов SMB 3.0, настроенные для этого файлы не обязаны находиться в SAN. Живые переносы можно делать из виртуальных машин, которые расположены на локальных дисках, присоединенных к серверу.

Одним из наиболее важных факторов, который необходимо понимать в кластеризации, является *кворум* — что он делает, для чего нужен, и какие усовершенствования были сделаны в Windows Server 2012 R2, улучшающие отказоустойчивость кворума. В следующем разделе мы объясним сущность кворума, так что вы получите более глубокое понимание его использования в кластеризации.

Понятие кворумов

Согласно толковым словарям, кворум представляет собой минимальное количество членов, которое должно присутствовать на собрании или заседании, прежде чем оно законно может быть продолжено. Это определение остается справедливым и в случае применения термина *кворум* в отношении кластера. Лучший способ начать сбор технических потребностей для вашего кластера — понять, что такое кворум и для чего он используется.

Кворум существовал примерно с момента появления кластеризации и был одним из основных компонентов, а также своего рода невоспетым героем. В каждой модификации Windows Server в кворум вносились усовершенствования, в итоге приведя нас к ситуации, когда мы теперь имеем дело с чрезвычайно развитыми возможностями кворума в версии Windows Server 2012. *Кворум — это настройка в обходе отказа, определяющая количество отказов, которые кластер может иметь или удерживать, сохраняя доступность своих служб в онлайн-режиме.* Как только порог кворума превышен, кластер переходит в отключенный режим.

Кластер вовсе не подсчитывает количество узлов и ресурсов, поэтому он не просматривает текущую емкость, чтобы принять решение о завершении служб. Думайте примерно так: пусть в кластере имеется сто узлов; это совершенно не означает, что после прекращения работоспособности пятидесяти из них кластер завершится, как только откажет пятьдесят первый узел. Кластер абсолютно не осведомлен о числе серверов или о том, какие ресурсы перегружены, а какие недогружены. Вместо этого ответственность кворума заключается в том, чтобы помочь предотвратить аномалию, называемую *расщеплением*, когда два сервера в кластере пытаются выполнить запись в один и тот же файл или получить право владения теми же ресурсами, потенциально разрушая их.

Работа кворума в этом качестве связана с недопущением проблемы и по существу принятием решения о том, что может ли кластер или же должен продолжать функционирование, остановив службу проблемного узла до тех пор, пока она не сможет нормально взаимодействовать с оставшимися кластерами. После решения проблемы кворум позволит ранее проблемному домену повторно присоединиться к кластерной группе и перезапустить все необходимые службы. Решения кворума принимаются посредством голосов; каждый узел в кластере имеет один голос, а в самом кластере может быть сконфигурирован свидетель. Свидетелем может быть общий файловый ресурс или диск (согласно рекомендациям бригады, занимающейся кластеризацией в Microsoft, вы должны всегда конфигурировать кластер с нечетным числом членов). Нечетное число узлов позволяет иметь четное количество голосов кворума, а дополняющий до нечетного числа ресурс может быть свидетелем для вывода узла из работы. Добавление такого дополнительного узла гарантирует, что если половина кластера выйдет из строя, то свидетель сохранит его в работоспособном состоянии.

Высоко доступное хранилище

Наличие высоко доступной виртуальной инфраструктуры является важным фактором успешности вашего плана НА. Соображения относительно опций хранилища и способа подключения хранилища к виртуальным машинам для обеспечения их непрерывного функционирования, когда оборудование отказывает, являются безоговорочными. Проектные соображения включают метод сохранения виртуальных машин и перечень видов компонентов, требуемых для предоставления преимуществ отказоустойчивости.

Ниже приведен список опций высоко доступного хранилища.

- ◆ **Оборудование.** Наиболее важным является оборудование для хранения, будь то SAN, iSCSI или JBOD (just a bunch of disks — просто группа дисков).
- ◆ **Электропитание.** Необходимо наличие стабильного электропитания и избыточных источников питания. Если вы можете предоставить вторичное электропитание, это превосходно.
- ◆ **Диски.** Хранилище НА должно быть в состоянии выдерживать дисковые отказы, продолжая удовлетворять вашим потребностям.
- ◆ **Оборудование сети хранения данных.** Создание высоко доступного аппаратного решения обычно предусматривает устранение всех одиночных точек отказа, включая компоненты сети хранения данных, такие как НВА или сетевые адаптеры.
- ◆ **Пространства хранения.** Это новое средство виртуализации хранилища, появившееся в Windows Server 2012, позволяет использовать присоединенные диски USB, Fiber Channel, iSCSI, SAS и SATA для создания виртуального диска, который может охватывать все упомянутые диски. Когда вы создаете такие виртуальные диски в Windows Server 2012 R2, для защиты применяется зеркальное отображение или контроль по четности, что позволяет справиться с дисковым сбоем без потери данных. Важно понимать, что лучше всего это достигается за счет распространения создаваемых пулов хранения на разнородные типы дисков.
- ◆ **Многопутевой ввод-вывод.** Многопутевой ввод-вывод (Multipath Input/Output — MPIO) — это средство Windows, которое позволяет сделать хранилище Fiber Channel и iSCSI доступным через множество путей по очереди для клиента вроде Нурег-V, чтобы обеспечить при доступе высокую готовность. Располагая множеством путей, MPIO рассматривает оба местоположения хранения как единственное устройство и естественным образом поддерживает обход отказа. MPIO выполняет всю необходимую работу; если что-то переходит в отключенный режим, MPIO обработает немедленное перенаправление на другое подключение.
- ◆ **Сетевое объединение и отказоустойчивость.** Если вы ищете способ подключения хостов Нурег-V к хранилищу, настоятельно рекомендуется настраивать хост-серверы с несколькими сетевыми интерфейсными платами и путями. Вы всегда стремитесь обеспечить избыточность посредством сетевого объединения на любом кластеризованном ресурсе, и применение SMB/SMB Multichannel предоставит наилучшую доступную полосу пропускания.

Пространства хранения

Пространства хранения (Storage Spaces) считаются одним из удобных новых средств Windows Server 2012 и Windows Server 2012 R2. Главное их преимущество в том, что они предоставляют возможность управления группой дисков как единым виртуальным дисковым устройством. Тип виртуального диска предписывает то, каким образом данные записываются на физические диски.

В настоящее время на выбор доступны три типа виртуальных дисков.

- ◆ **Простой.** Как вытекает из названия, это простой набор с чередованием без контроля по четности. Считайте такой тип близким к RAID 0. Простая топология не предоставляет избыточности, поэтому любой дисковый отказ может вызвать проблемы с доступом к данным. Это тип используется главным образом для увеличения пропускной способности и доведения до максимума емкости.
- ◆ **С зеркальным отображением.** Это конфигурация RAID 1, которая увеличивает надежность за счет применения двух дисков (например) и позволяет одному диску отказывать, не приводя к прерыванию доступа. Крупным недостатком является лишение дискового пространства, поскольку один из дисков используется в качестве копии (зеркала) другого диска.
- ◆ **С контролем по четности.** Похоже на конфигурацию RAID 5; это набор с чередованием данных, разнесенный по дискам, с распределенным контролем по четности. За счет чередования данных и информации на нескольких дисках повышается надежность. Как и в случае RAID 5, понадобятся минимум три диска.

Если вы не знакомы с дисковыми массивами RAID, рекомендуется почитать следующую статью, в которой описаны основы RAID и уровни RAID: <http://ru.wikipedia.org/wiki/RAID>.

С пространствами хранения связаны три базовых компонента.

- ◆ **Физические диски.** Если для своих пулов хранения вы задействуете физические диски, то ниже перечислены требования к ним:
 - минимум один физический диск;
 - два физических диска для создания отказоустойчивого виртуального диска с зеркальным отображением;
 - три физических диска для обеспечения отказоустойчивого зеркального отображения с контролем по четности;
 - пять физических дисков для обеспечения трехстороннего зеркального отображения;
 - все жесткие диски должны быть пустыми (неформатированными);
 - поддерживаемыми типами дисков являются iSCSI, SATA, SAS, SCSI и USB.
- ◆ **Пул хранения.** Пул хранения состоит из одного или более физических дисков, которые используются для создания виртуального диска. Неформатированный пустой диск может быть добавлен в пул хранения в любое время.
- ◆ **Виртуальные диски.** С точки зрения приложения или пользователя виртуальные диски рассматриваются как то же самое, что и физические диски. Преимущество виртуальных дисков в том, что они обладают гибкостью, и они обладают отказоустойчивостью физических дисков со встроенным зеркальным отображением.