



NETAPP TECHNICAL REPORT

Clustered ONTAP 8.2: Введение

Charlotte Brooks, NetApp

Апрель 2013 | TR-3982

Коротко о главном:

Этот документ предлагает вводное описание архитектуры и ключевых особенностей кластерной OS Data ONTAP® 8.2. В этом документе, если другое явно не указано, термин «Data ONTAP» будет обозначать кластерный режим работы *Clustered ONTAP* (Data ONTAP Cluster-mode). Если будет необходимо упомянуть режим 7-Mode или 7G, это будет специально явно указано.

Оглавление

1 Clustered Data ONTAP 8.2: Обзор	3
1.1 Горизонтальная масштабируемость (Scale-Out)	3
1.2 Мультипротокольная Unified-архитектура	4
SAN	4
NAS	5
1.3 Непрерывность работы (Nondisruptive Operations)	5
«Бессмертный кластер» (The Immortal Cluster)	6
2 Архитектура <i>Clustered ONTAP</i>	7
2.1 Аппаратная поддержка и общий обзор системы	7
Масштабируемость	8
2.2 Сетевые возможности <i>Clustered ONTAP 8.2</i>	8
2.3 Эффективность хранения и защита данных	10
3 Виртуализация в кластере и концепция <i>Multi-tenancy</i>	11
3.1 Физические компоненты кластера	11
3.2 Логические компоненты кластера	11
Infinite Volume	14
4 Выводы	14

1 Clustered Data ONTAP 8.2: Обзор

Выпустив в свет кластерную версию своей OS Data ONTAP 8.2, NetApp первой вывела на рынок кластерные масштабируемые системы хранения с универсальным (NAS+SAN) доступом, пригодные для широкого использования в промышленных IT-системах высокой доступности. Разработанные на прочном фундаменте проверенных временем технологий Data ONTAP, версия Clustered ONTAP это основа для больших виртуализованных инфраструктур хранения, спроектированных, исходя из необходимости обеспечивать их непрерывную работу, на протяжении всего жизненного цикла системы.

Этот документ предлагает обзор основных особенностей кластерной версии Data ONTAP, включая ее архитектуру и основные возможности, позиционируемые для датацентра XXI века. В самой свежей версии Data ONTAP 8.2 были добавлены новые возможности, такие как улучшенная интеграция с SSD для *virtual storage tiering* и опции для создания огромных по объему хранилищ данных.

1.1 Горизонтальная масштабируемость (Scale-Out)

Так называемая «горизонтальная масштабируемость», это путь удовлетворить требованиям роста хранилища. Все контроллеры систем хранения имеют те или иные физические ограничения на свою расширяемость: конечно число CPU, слотов памяти и количества подключаемых к контроллеру дисков, что и диктует максимум поддерживаемой емкости и производительности для данного контроллера. Если же требуется больше емкости или производительности, чем те, что могут обеспечить контроллеры данного типа, вы, возможно, хотели бы добавить еще процессоров и памяти, или же дисков, но когда контроллер полон и достиг своего предела, дальнейшее упрочнение его невозможно. На этом этапе единственный выход это приобретение нового контроллера, более мощного. Это так называемое «вертикальное масштабирование», или «scale-up»: при этом каждый дополнительный контроллер это отдельный объект администрирования, и, обычно, он не позволяет совместно работать с общими данными, например с данными старого контроллера. Если исходный контроллер полностью заменяется на новый и более мощный, обычно требуется миграция данных для переноса их со старой системы хранения на новую. Это затратная операция, как по времени, так и по потребным ресурсам, потенциально сопряженная с остановкой обслуживания приложений, и часто ведет к необходимости вносить изменения в конфигурации подключенных хостов, клиентов и приложений.

Если новый контроллер будет сосуществовать с исходным, то мы получим два отдельных контроллера, две отдельные системы хранения, каждую из которых придется администрировать индивидуально, причем обычно нет средств, позволяющих простым образом обеспечить ребалансировку нагрузки и перераспределение ее по контроллерам. Ситуация становится только хуже, когда число контроллеров систем хранения продолжает расти. При использовании «вертикального масштабирования» (scale-up), бремя операционных расходов увеличивается пропорционально росту системы, и как результат вы можете получить несбалансированную, трудно управляемую систему. Циклы обновления оборудования требуют также проводить планирование расширения заранее, они сопряжены с длительными простоями в обслуживании и существенными конфигурационными изменениями, что только повышает риски для работы системы и хранимых данных.

Напротив, использование «горизонтального масштабирования» (scale-out) позволяет расти системе хранения, путем добавления дополнительных контроллеров в уже существующую среду, без полного изменения конфигурации и переноса данных, образует виртуализованный пул совместно используемых ресурсов. Подключение хостов, клиентов и приложений к хранилищу данных происходит без необходимости существенных изменений в конфигурации и без прерывания нормальных операций по обслуживанию доступа к данным самой системы хранения. Ее ресурсы помещаются в общий «массив ресурсов», что позволяет сравнительно просто балансировать загрузку и распределять ее по доступным ресурсам контроллеров. Обновление системы хранения, например замена устаревших дисков, добавление или замена контроллеров, может быть выполнена «на ходу», в то время как система хранения продолжит обслуживать клиентские подключения.

Хотя ряд продуктов для создания горизонтально-масштабируемого решения и существовал раньше, как правило, они имели ряд существенных ограничений:

- Ограниченная поддержка протоколов: только протоколы NAS
- Ограниченная аппаратная поддержка: поддерживались только определенные типы контроллеров, в очень ограниченной конфигурации
- Узкая поддержка технологий эффективного хранения: thin provisioning, дедупликация, компрессия
- Крайне слабая поддержка средств репликации данных

Таким образом, хотя эти продукты имеют хорошие возможности для некоторых специализированных рабочих нагрузок, они являлись недостаточно гибкими, емкими и надежными для задач общего применения в масштабе предприятия.

Clustered Data ONTAP это первый продукт данного производителя, который предлагает полноценное горизонтально-масштабируемое решение. Оно позволяет строить высокодоступные инфраструктуры хранения для виртуализованных сред.

1.2 Мультипротокольная Unified-архитектура

Мультипротокольная unified-архитектура это возможность обеспечивать доступ к данным одновременно и параллельно на одной и той же системе хранения, через любые контроллеры и располагаемых на различных типах дисков. Data ONTAP 7G и 8.x 7-Mode давно поддерживают эту возможность, теперь же и кластерная Data ONTAP 8.2 поддерживает весь набор протоколов доступа к данным. Поддерживаются протоколы:

- NFS v3, v4, v4.1, включая pNFS
- SMB v1 (CIFS), v2, v2.1 и v3, включая возможности файловера Microsoft® Hyper-V™ с SMB 3
- iSCSI
- Fibre Channel
- FCoE

Репликация данных и методы обеспечения эффективности хранения идентично поддерживаются на всех протоколах, работающих в Clustered ONTAP.

SAN

OS Clustered ONTAP обеспечивает поддержку протоколов SAN (Fibre Channel, FCoE, и iSCSI), и позволяет использовать блочный доступ к LUN для подключенных хостов. Так как кластер состоит

из нескольких контроллеров, существует несколько логических путей к конкретному LUN-у, и наилучшая практика рекомендует сконфигурировать по меньшей мере один путь на узел в кластере. Средства *Asymmetric Logical Unit Access* (ALUA) используются на хосте для определения оптимального пути к LUN и использования этого пути для передачи данных.

NAS

Поддерживая протоколы NAS, такие как SMB (CIFS) и NFS, кластерная Data ONTAP позволяет использовать единое «пространство имен» (*single namespace*): это означает, что клиенты NAS могут получать доступ к очень большим контейнерам данных, используя единственную точку монтирования NFS, или сетевую папку SMB. Каждый клиент, таким образом, может смонтировать для доступа к данным один экспорт NFS или одну сетевую папку SMB, для чего используется обычный код клиента NFS или SMB данной операционной системы. Внутри же кластера это общее пространство имен может состоять из потенциально тысяч томов, объединенных вместе средствами кластера его администратором. Для клиентов NAS, каждый том представляется как папка или поддиректория, находящаяся в иерархии как ветвь от корневой папки или экспорта NFS. Тома могут быть добавлены в любое время и немедленно становятся доступны клиентам, причем не требуется повторное монтирование ресурса на стороне клиента чтобы увидеть новый том. Хотя Clustered ONTAP создавалась для обеспечения единого пространства имен хранилища, она позволяет также создавать множественные, безопасно разделенные пространства имен для обеспечения работы *multi-tenancy* системы и изоляции отдельных приложений или клиентов. Подробнее см. главу 2.3.

1.3 Непрерывность работы (Nondisruptive Operations)

Система хранения сегодня обычно обеспечивает одновременный круглосуточный доступ к данным для сотен и тысяч индивидуальных клиентов и хостов и поддерживает множество различных приложений и типов нагрузок от множества потребителей. В такой системе простой абсолютно недопустим; инфраструктура хранения должна работать всегда.

Непрерывающие работу операции (Nondisruptive operations, NDO) в кластерной Data ONTAP это внутреннее свойство горизонтально-масштабируемой архитектуры. NDO это возможность для инфраструктуры хранения оставаться рабочей и обслуживать запросы на доступ к данным даже при выполнении операций, связанных с обслуживанием оборудования системы хранения, обновления программного обеспечения, и так далее, равно как и повседневных операций «жизненного цикла хранилища». Цель NDO это устранение периодов недоступности данных, простоя, независимо планового или непланового, что позволяет данным оставаться всегда доступными для их потребителей.

Clustered ONTAP это система, в которой высокая доступность данных была одной из основных целей ее создания, и которая может прозрачно для пользователя мигрировать данные и сетевые соединения внутри кластера хранения с узла на узел. Возможность перемещать отдельные тома данных, известная как *data motion for volumes*, позволяет данным быть распределенными по кластеру и перемещенными с узла на узел в любое время, по любой желаемой причине.

Перемещение данных внутри кластера (*DataMotion for Volumes*) прозрачно для потребителя и не прерывает нормального доступа к этим данным как для NAS-клиентов, так и для SAN-хостов, и позволяет сетевой инфраструктуре продолжать обслуживать данные в процессе любых ее изменений. Перемещение данных внутри кластера может быть выполнено для ребалансировки емкости, для оптимизации производительности, или для изоляции одного или более

контроллеров или компонентов системы хранения, когда возникает необходимость провести их обслуживание.

Операции обслуживания оборудования и ПО, которые могут быть выполнены без прерывания нормальной работы системы и доступности ее данных, перечислены в Таблице 1.

Таблица 1) Не прерывающие нормальную работу системы хранения операции обслуживания оборудования и программного обеспечения.

Действие	Подробнее
Обновление ПО	Обновление версии Data ONTAP
Обновление firmware	Системы, дисков, коммутаторов
Замена вышедшего из строя контроллера	Например, HBA, NIC, блоков питания
Замена компонента хранилища	Например, кабелей, дисков, модулей ввода-вывода

Операции естественного жизненного цикла хранилища под управлением *Clustered Data ONTAP 8.2* могут также проводиться без прерывания нормальной работы системы по обслуживанию доступа к данным.

Таблица 2) Не прерывающие нормальную работу операции жизненного цикла системы хранения.

Действие	Подробнее
Масштабирование хранилища	Расширение хранилища (добавление дисков, полок или контроллеров) в кластер и перераспределение томов для дальнейшего роста.
Масштабирование оборудования	Добавление оборудования в контроллеры для увеличения масштабируемости, производительности или емкости (HBA, NIC, Flash Cache или Flash Pool).
Обновление технологии	Обновление контроллеров, дисковых полок, или коммутаторов внутренней сети.
Ребалансировка производительности контроллера и загрузки хранилища	Перераспределение данных по контроллерам для улучшения производительности.
Ребалансировка занятой емкости	Перераспределение данных по контроллерам для лучшего использования емкости.
Ребалансировка производительности дисков и их загрузки	Перераспределение данных по уровням хранения в кластере для оптимизации дисковой производительности.

«Бессмертный кластер» (The Immortal Cluster)

Clustered Data ONTAP может помочь организовать «бессмертный кластер»: На протяжении длительной жизни системы, составляющие ее компоненты могут устаревать и последовательно заменяться, новые компоненты могут добавляться, и списываться устаревшие. Многие годы спустя, когда исходное оборудование кластера устареет и постепенно будет списано, данные будут продолжать жить и оставаться доступными на новом оборудовании, постепенно, шаг за шагом сменившим старое. Используя возможности NDO, все эти изменения могут быть проведены без каких-либо перерывов в обслуживании, и без влияния на работу приложений, подключенных клиентов и хостов. Кластер в целом, как структура, останется «всегда живым».

2 Архитектура *Clustered ONTAP*

Эта глава описывает архитектуру OS *Clustered ONTAP*, уделяя внимание на разделении физических ресурсов и виртуализованных контейнеров. Виртуализация хранилища и физических сетевых ресурсов это основа горизонтальной масштабируемости и возможности осуществлять непрерывность обслуживания.

2.1 Аппаратная поддержка и общий обзор системы

Как показано на рисунке 1, кластерная система NetApp состоит из контроллеров (включая контроллеры V-Series) с подключенными к ним дисками. Базовый блок построения системы это пара контроллеров, так называемая *HA-pair* (HA – High Availability, «высокая доступность»), в терминах, знакомых по системам, использующим Data ONTAP 7G или 7-Mode. Пара контроллеров, включенных как *HA-pair*, содержит 2 идентичных контроллера, называемых узлами (node) кластера; Каждый контроллер обеспечивает обслуживание доступа к данным и обладает избыточным путем к дискам другого контроллера пары. Если какой-либо из контроллеров пары выходит из строя, по штатной (техническое обслуживание) или нештатной (поломка) причине, его партнер по HA-паре перехватывает работу с его дисками, и продолжает обслуживать доступ к их данным. Когда вышедший из строя контроллер возвращается в работу в кластере, партнер передает ему обратно его диски и прочие ресурсы им использовавшиеся.

Кластер минимального размера начинается с двух идентичных контроллеров в HA-паре. Используя имеющиеся механизмы непрерывающего работу расширения, такой 2-узловой кластер может быть в дальнейшем расширен до кластера большего размера, с более мощными контроллерами.

Кластер с протоколами SAN поддерживает до 8 узлов mid- и high-end класса контроллеров. Чистый NAS-кластер из high-end контроллеров может масштабироваться до 24 узлов и свыше 69PB хранимых данных.

Внимание: Clustered Data ONTAP 8.2 предлагает дополнительную опцию кластерной конфигурации, состоящей всего из одного узла (*single-node cluster*). Такая конфигурация предназначена для использования в качестве удаленной реплики для крупного датацентра.

Внимание: Термин «кластер» исторически использовался для обозначения *HA-pair* под управлением Data ONTAP 7G или 7-Mode. Это использование данного термина более не поддерживается, и для описываемой структуры сегодня принято обозначение *HA pair*. Термин «кластер» (cluster) теперь относится и применим только к группам из одной и более HA-пар контроллеров, объединенных под управлением OS Clustered Data ONTAP (Data ONTAP 8.x Cluster-mode).

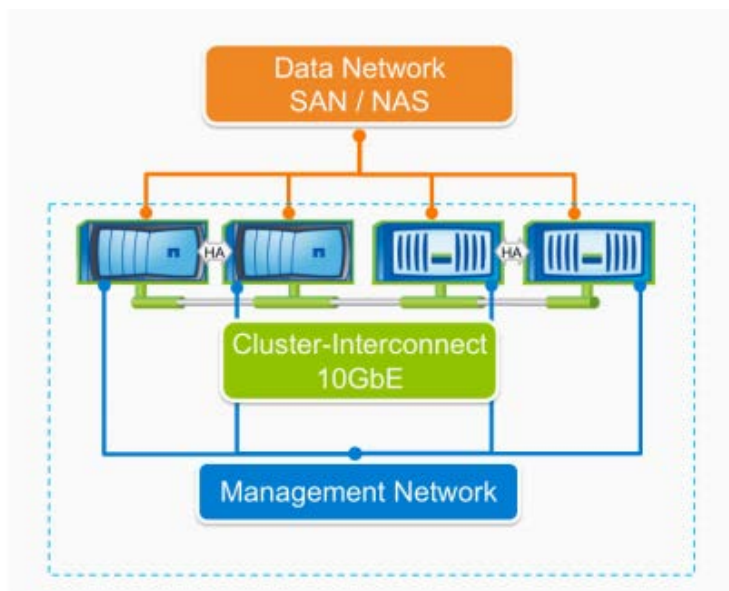


Рис. 1) Архитектура Clustered Data ONTAP.

Одно из ключевых отличий системы под управлением Clustered ONTAP, это то, что несколько HA-пар контроллеров могут быть объединены вместе в кластер, для создания совместно используемого пула физических ресурсов, доступных приложениям, хостам SAN, и клиентам NAS. Этот пул ресурсов выглядит как единый централизованно управляемый массив. Это означает, что можно управлять целиком кластером через единую точку управления им, используя GUI или CLI-инструменты, работающие с кластером в целом.

Масштабируемость

Clustered Data ONTAP позволяет включать в единый кластер несколько различных типов контроллеров, обеспечивая защиту инвестиций, и давая гибкость при удовлетворении требований бизнеса и типов нагрузки. Сходным образом, поддержка разных типов дисков, SAS, SATA, и SSD, делает возможным использовать «уровни хранения» для различных типов данных, вместе с возможностями прозрачной миграции в Clustered ONTAP. Карты Flash Cache также могут использоваться для ускорения производительности чтения часто используемых данных. Начиная с версии 8.1.1, поддерживаются также *Flash Pools*, в которых комбинируются твердотельные диски (solid-state disk, SSD) с традиционными жесткими дисками, для обеспечения оптимальной производительности и эффективности при использовании *virtual storage tiering*. Архитектура *Clustered ONTAP* это ключ к получению гибкого решения совместно используемой ИТ-инфраструктуры, предлагающий гибкий подход к удовлетворению потребностей в производительности, цене и емкости.

Clustered ONTAP может масштабироваться как вертикально, так и горизонтально. Такая высокая степень масштабируемости, в сочетании с высокой эффективностью хранения, не зависящей от применяемых протоколов, может удовлетворить нуждам большинства задач центров обработки данных.

2.2 Сетевые возможности Clustered ONTAP 8.2

На рисунке 1 вы также можете увидеть сетевую архитектуру, лежащую в основе *Clustered Data ONTAP*. Три показанные сети это:

- Кластерный интерконнект (Cluster interconnect). Сеть Ethernet, закрытая, выделенная, избыточная сеть высокой пропускной способности, используемая для взаимодействия и связи между узлами кластера и для перемещения данных (с помощью *DataMotion*) внутри кластера. Инфраструктура кластерного интерконнекта используется в каждом кластере для организации в нем этой сети. Эта сеть использует избыточную, высокопроизводительную сеть 10G Ethernet на выделенных коммутаторах высокого класса, объединяющих кластер из четырех и более узлов. Для кластера, состоящего из всего двух узлов, возможно «бескоммутаторная» конфигурация, она появилась впервые в версии Clustered Data ONTAP 8.2, и известна как *switchless cluster*. Такая конфигурация кластера начального уровня позволяет вам начать использовать преимущества кластерной инфраструктуры в упрощенной конфигурации, а затем, при необходимости, не прерывая нормальной работы кластера, перейти на коммутаторную архитектуру, если вы переросли всего двухузловой кластер.
- Сеть управления (Management network). Весь трафик управления проходит через эту сеть. Коммутаторы сети управления могут быть включены в конфигурацию *Clustered ONTAP 8.2*, покупаемую у NetApp, но могут также использоваться и коммутаторы уже имеющиеся у пользователя системы. Для управления кластером, его конфигурирования и мониторинга используются *OnCommand™ System Manager* и *OnCommand Unified Manager*. *System Manager* обеспечивает GUI-управление, включая мастера для множества операций. *Unified Manager* обеспечивает работу функций мониторинга. Кроме этого доступен также интерфейс командной строки (CLI) и средства ZAPI (в составе SDK).
- Сеть передачи данных (Data networks). Обеспечивает сеть для доступа непосредственно к хранимым данным, через Ethernet или Fibre Channel для хостов SAN и клиентов NAS. Эта сеть организуется силами самого пользователя и использует собственную инфраструктуру пользователя системы хранения, удовлетворяющую определенному набору требований NetApp. Она также может включать в себя возможности соединения с другими кластерами для организации репликации и защиты данных.

Рисунок 2 показывает большой кластер, состоящий из разных типов контроллеров, различных типов дисков, и смешанный тип контроллеров, как FAS, так и V-Series со сторонними дисковыми массивами, подключенными через них. Контроллеры V-Series позволяют пользователю использовать их как *front-end* к сторонним дисковым массивам других производителей, таким образом, вы можете запустить Clustered ONTAP на них и включить их диски в кластер. Рисунок также показывает соединения от клиентов/хостов, а также виртуализацию хранилища и сетевого слоя. Это будет описано подробнее в следующей главе.

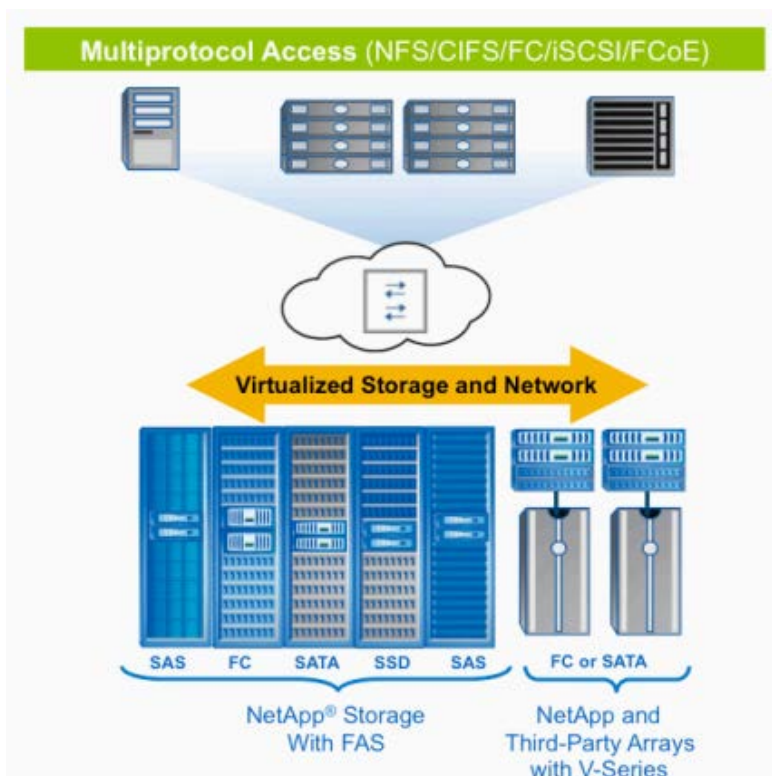


Рис. 2) *Clustered Data ONTAP*.

2.3 Эффективность хранения и защита данных

Средства обеспечения повышенной эффективности хранения встроены в Clustered ONTAP, и обеспечивают экономию пространства хранения, позволяя записать на диски больше данных, и хранить их дешевле. Средства защиты данных обеспечивают сервис репликации данных с тем, чтобы ценные данные имели свою копию.

- **Thin provisioning.** Тома создаются с «виртуальным» занимаемым объемом. Они выглядят как имеющие полную емкость при создании, но фактически занимают пространство на дисках только в объеме записанных на них данных. Пока неиспользуемое пространство доступно для всех томов, и тома могут расширяться в это пространство и сжиматься по необходимости.
- **Snapshot™.** Создаваемые по расписанию или вручную мгновенные «снимки состояния», в которые записываются только изменения блоков, не влияющие на производительность системы хранения. Снэпшоты занимают минимальное пространство хранения, так как только изменения в активной файловой системе записываются на диски. Индивидуальные файлы и директории могут быть легко восстановлены из такой копии за секунды.
- **FlexClone®.** Занимающие крайне мало места, практически мгновенные «виртуальные» копии томов и данных. Клоны поддерживают возможности записи в них, но занимают места на дисках только изменения относительно исходного источника данных. Клоны FlexClone обеспечивают быстрое, эффективное в отношении емкости создание копий данных, идеально подходящее для задач разработки и тестирования.
- **FlexCache®.** Тома кэширования данных, предоставляющие кэшированный доступ к другим томам того же кластера. Это позволяет эффективнее обслуживать запросы чтения данных с загруженных томов, кэшируя «горячие» данные в томах FlexClone.
- **Дедупликация данных.** Удаляет избыточные блоки данных как на первичном, так и на вторичном хранилище данных, позволяет использовать гибкие политики того, как и когда

будет запускаться дедупликация. Дедупликация выполняется по настраиваемому расписанию.

- **Компрессия.** Сжимает блоки данных. Может быть запущена вместе или отдельно от дедупликации, и обеспечивает дополнительную экономию пространства.
- **SnapMirror®.** Тома могут асинхронно реплицироваться внутри кластера, или между кластерами.
- **SnapVault®.** Содержимое активного тома данных может сохраняться на системе с резервной read-only копией данного тома, эффективно расходующей место на дисках. Вторичная система может находиться как в этом же кластере, так и в другом кластере.

3 Виртуализация в кластере и концепция *Multi-tenancy*

Кластер состоит из физических компонентов оборудования: контроллеров с подключенными к ним дисковыми полками, сетевых карт и, опционально, карт Flash Cache. Вместе они составляют пул физических ресурсов (*physical resource pool*), который виртуализируется в логические ресурсы кластера для предоставления доступа к данным. Абстрагирование и виртуализация физических компонентов в логический массив ресурсов обеспечивает гибкость и потенциальную «многопользовательность» (*multi-tenancy*) кластерной системы, а также возможности непрерывающей работы «мобильности данных» в кластере.

3.1 Физические компоненты кластера

Контроллеры системы хранения, хотя и могут быть разных типов, по умолчанию трактуются в кластерной конфигурации как равноценные, и рассматриваются как индивидуальные узлы (*nodes*) кластера. Clustered Data ONTAP имеет симметричную архитектуру, с узлами, выполняющими сходные задачи обслуживания данных.

Отдельные физические диски организованы в *aggregates*: группы дисков определенного типа, данные на которых защищены с помощью технологии NetApp RAID-DP®, аналогичной используемой в 7G и 7-Mode.

Сетевые интерфейсные карты и HBA обеспечивают физические порты (Ethernet и Fibre Channel) для подключения к сети управления и сети данных, как показано на рисунке 2.2.

Физические компоненты видимы для администратора кластера, но не непосредственно для приложений и хостов, использующих кластер. Физические компоненты составляют пул ресурсов, из которого формируются логические ресурсы кластера. Приложения и хосты имеют доступ к данным только через Virtual Storage Servers (*Vservers*), который содержит тома и логические интерфейсы доступа к нему.

3.2 Логические компоненты кластера

Главный логический компонент кластера это *Virtual Storage Server*, известный как *Vserver*. Clustered ONTAP поддерживает от одного до сотен *Vservers* в одном кластере. Каждый *Vserver* конфигурируется для доступа клиентов и хостов по определенному набору протоколов – любому набору протоколов SAN и NAS. Каждый *Vserver* содержит по меньшей мере один том, и минимум один логический интерфейс. Администрирование каждым *Vserver* может также быть делегировано, если это необходимо. Таким образом, отдельные администраторы могут отвечать за создание и распределение томов, или за другие операции, относящиеся к *Vserver*. Это подходит для *multi-tenant*-конфигураций, или где желательно разделение рабочих нагрузок.

Для клиентов NAS, тома в каждом *Vserver* объединены в единое «пространство имен» (*namespace*) доступа по протоколам CIFS/SMB и NFS. Для хостов SAN, LUN-ы определены на томах, и замаплены на хосты, как описано в главе 1.2.

Для доступа хостов и клиентского подключения к *Vserver* используется логический интерфейс (*logical interface, LIF*). LIF-ы обладают IP-адресом (который может использоваться для доступа клиентами NAS или хостами iSCSI) или WWPN (*World Wide Port Name* для FC и FCoE). Каждый LIF имеет «домашний» порт на NIC или HBA. LIF-ы используются для виртуализации портов NIC и HBA, вместо маппирования IP-адреса или WWN непосредственно на физический порт, так как почти всегда число LIF превышает число физических портов кластера. Каждый *Vserver* требует свой собственный набор LIF-ов, и до 128 LIF может быть определено на каждом узле кластера. LIF, определенный для доступа по протоколам NAS или SAN, может временно быть перемещен или мигрировать на другой порт на том же, или другом контроллере, для обеспечения доступности данных, или ребалансировки загрузки, или убранных с данных контроллеров целиком, например для обеспечения их плановой замены.

Рисунок 3 показывает отдельный *Vserver* в двухнодовом кластере, который обеспечивает сервис доступа к данным SAN-хостов и клиентов NAS. Каждый том, показанный оранжевым кружком, создан на *aggregate* кластерного узла, а все тома вместе составляют *namespace* или ресурсный пул для LUN. По умолчанию тома в *Vserver* могут быть созданы на любом из существующих *aggregates* и перемещены в любое время с одного *aggregate* на другой, если это необходимо. Делегированные администраторы *Vserver* могут создавать тома в своих *Vserver*. Делегированные администраторы *Vserver* не могут, однако, инициировать перемещение томов в пределах кластера, так как это может повлиять на работу кластера целиком. По этой причине только администратор кластера может перемещать тома.

Внимание: Опционально, администратор кластера может ограничить набор *aggregates*, которые могут быть использованы для создания на них томов для данного *Vserver*. Это позволяет *Vserver* предоставлять различные классы сервиса: например, авторизовав *Vserver* на использование только *aggregates*, состоящих из дисков SSD или SATA, или определенного подмножества контроллеров.

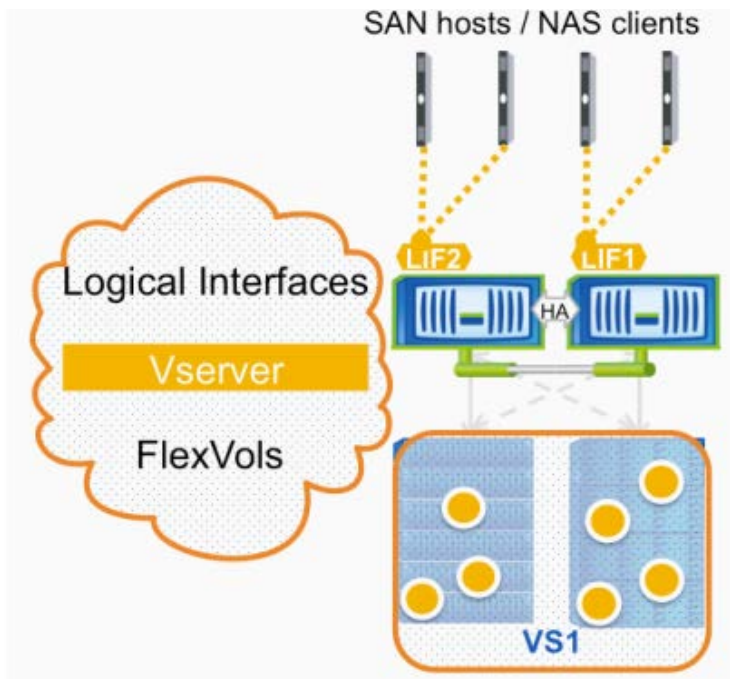


Рис. 3) Кластер с одним *Vserver*

Рисунок 4 показывает более сложную систему. Имеется четыре узла в кластере, и два *Vserver*, предоставляющих доступ по протоколам SAN или NAS. Каждый *Vserver* содержит различные тома и LIF, обеспечивая безопасный и изолированный доступ. Хотя тома и LIF-ы каждого *Vserver* совместно используют одни и те же физические ресурсы (сетевые порты и дисковые *aggregates*), хост или клиент, получающий доступ к VS1 через LIF, определенный для этого *Vserver*, не может получить доступ к данным VS2, использующим свой LIF на том же физическом порту. Делегированный администратор с доступом к VS1 может видеть только логические ресурсы, назначенные данному *Vserver*, а администратор, делегированный для VS2, аналогично, видит только ресурсы VS2.

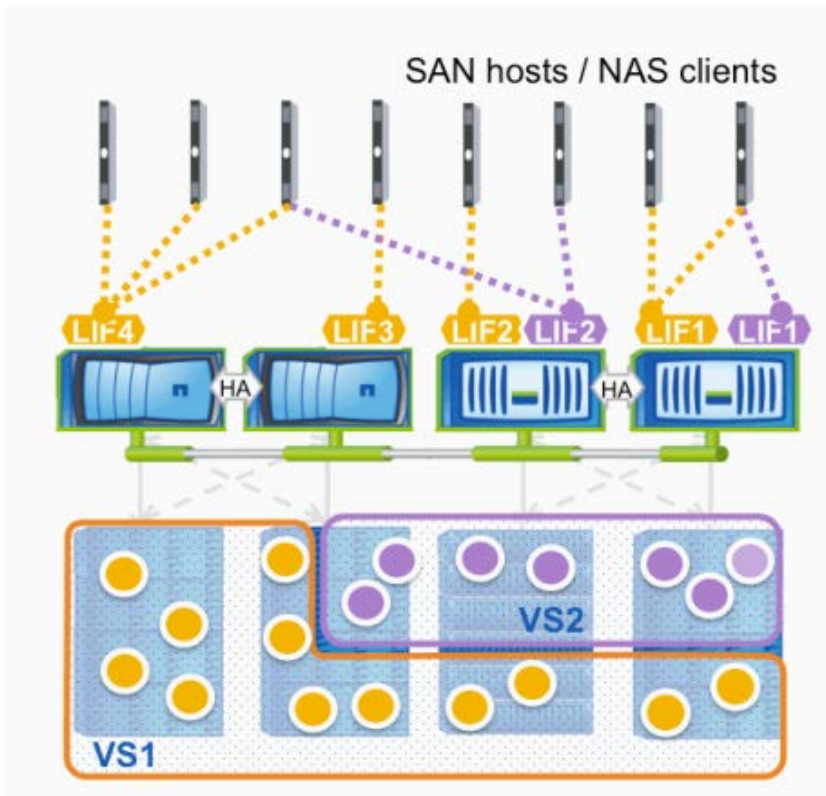


Рис. 4) Кластер из нескольких Vservers.

Виртуализация физических ресурсов для использования их в *Vserver*, позволяет организовать в *Clustered ONTAP* так называемую модель *multi-tenancy*, и горизонтального масштабирования (*scale-out*). Это, в свою очередь, позволяет кластеру обслуживать множество хостов с различными изолированными друг от друга рабочими нагрузками и различными приложениями.

Infinite Volume

Clustered Data ONTAP 8.2 может использовать так называемые *Infinite Volumes*, очень большие тома, до 20PB емкости и до 2 миллиардов файлов. *Infinite Volume* в *Clustered Data ONTAP 8.2* может работать на уровне *Vservers*, и поддерживает протоколы NFS и SMB. *Infinite Volume* хорошо подходит для промышленных хранилищ и репозиторий NAS. Для более подробного рассмотрения темы *Infinite Volume*, смотрите документ [TR-4037 Introduction to NetApp Infinite Volume](#).

4 Выводы

В этом документе представлено общее описание кластерной OS Data ONTAP 8.2 и показано, каким образом в ней организована работа *unified*-архитектуры, непрерывающих работу операций над системой хранения, и высокой эффективности на новой масштабируемой архитектуре.