



NETAPP TECHNICAL REPORT

Руководство по установке и настройке дедупликации в системах NetApp FAS и V-Series

Carlos Alvarez

March 2009 | TR-3505-0309

Коротко о главном

Это руководство описывает в деталях технологию дедупликации NetApp® для систем FAS и V-series, помогает принять решение, как развернуть и использовать ее, содержит информацию о наилучших методах применения, выполнении определенных задач, и решении возникающих проблем.

Оглавление

1 Введение и обзор метода дедупликации	5
1.1 Как работает дедупликация для FAS.....	5
1.2 Дедуплицированные тома.....	6
1.3 Дедупликация метаданных	7
1.4 Основные возможности дедупликации	9
2 Конфигурирование и работа	9
2.1 Обзор требований	9
2.2 Установка и лицензирование дедупликации.....	10
2.3 Обзор команд	11
2.4 Руководство быстрой настройки дедупликации	12
2.5 Пример конфигурирования дедупликации «от и до».....	12
2.6 Конфигурирование расписания дедупликации	15
3 Сайзинг для производительности и эффективности	17
3.1 Общие рекомендации применения дедупликации	17
3.2 Производительность дедупликации.....	18
Производительность процесса дедупликации	18
Влияние на систему хранения во время проведения дедупликации	19
Производительность ввода-вывода дедуплицированного тома	19
PERFORMANCE ACCELERATION MODULE (PAM)	20
3.3 Эффект экономии пространства при дедупликации	20
Дедупликация и экономия пространства на существующих данных	21
Объемы хранения метаданных дедупликации	21
3.4 SPACE SAVINGS ESTIMATION TOOL (SSET)	22
Обзор SSET.....	23
Ограничения SSET	23
3.5 Ограничения дедупликации	23
Общие предупреждения	23
Максимальный размер flexible-тома	24
Количество процессов дедупликации	25
4 Дедупликация и другие функции NetApp.....	25
4.1 Дедупликация и снимки	25
4.2 Дедупликация и SnapRestore.....	26
4.3 Дедупликация и команда vol copy	27

4.4 Дедупликация и Read Reallocation (realloc).....	27
4.5 Дедупликация и тома FlexClone	27
VOLUME SPLITTING	28
4.6 Дедупликация и конфигурация Active-Active	28
4.7 Дедупликация и системы V-series	29
4.8 Дедупликация и репликация SnapMirror	29
Репликация в режиме Volume SnapMirror	30
Влияние переноса метаданных дедупликации вне тома	31
Репликация в режиме qtree SnapMirror	31
Репликация Qtree SnapMirror с дедупликацией только на стороне источника данных.....	32
Репликация Qtree SnapMirror с дедупликацией только на стороне получателя данных.....	33
Qtree SnapMirror с дедупликацией на источнике и получателе данных	33
4.9 Дедупликация и SnapVault.....	34
4.10 Дедупликация и SnapVault for NetBackup	35
4.11 Дедупликация и Multistore (vFiler)	35
4.12 Дедупликация и SnapLock	35
4.13 Дедупликация и MetroCluster	36
4.14 Дедупликация и шифрование данных.....	37
4.15 Дедупликация и LUN-ы	37
Определения.....	38
Примеры конфигурирования LUN.....	38
Configuration A: Конфигурация по умолчанию	38
Configuration B: Конфигурация LUN для экономии пространства тома.....	39
Configuration C: Конфигурация LUN для максимальной экономии пространства тома.....	40
Configuration D: Конфигурация LUN для максимальной экономии пространства тома	40
Configuration E: Конфигурация LUN для максимальной экономии пространства Aggregate.....	40
5 Дедупликация и VMware	41
5.1 Раздел VMFS по FibreChannel или iSCSI: один LUN	42
5.2 Подключение виртуальных дисков VMware по NFS.....	43
5.3 Дедупликация архивов VMware.....	44
6 Дедупликация и Sharepoint	45
7 Дедупликация и Exchange.....	45
8 Дедупликация и Tivoli Storage Manager (TSM)	45
9 Дедупликация и Symantec Backup Exec	46
10 Дедупликация и Lotus Domino.....	46

11	Решение проблем.....	46
11.1	Лицензирование	46
11.2	Размер томов	47
11.3	Логи и сообщения об ошибках.....	47
11.4	Нет ожидаемого эффекта экономии пространства	47
11.5	Отмена дедупликации для flexible-тома	48
	Выключение дедупликации для тома.	48
11.6	Дополнительные сведения с помощью sis stat -l	49
	Block sharing histogram	49
	Refcount histogram.....	49
12	Дополнительные источники информации и справочники	50

1 Введение и обзор метода дедупликации

Эта глава описывает в общих чертах то, как работает дедупликация на системах FAS и V-Series.

Примечание:

1. Всякий раз, когда в документе описывается дедупликация для FAS, читатель должен подразумевать, что та же информация верна и для систем V-Series, если только иное не будет явно указано.
2. Всякий раз, когда в документе говорится о том (volume), имеется в виду том типа flexible, если иное не будет явно указано.
3. Дедупликация для систем NetApp VTL не рассматривается в этом документе.

1.1 Как работает дедупликация для FAS

Составная часть решения повышения эффективности хранения от NetApp, дедупликация на FAS обеспечивает блочную дедупликацию для flexible-томов системы хранения NetApp. Начиная с версии Data ONTAP® 7.3, системы V-Series также поддерживают дедупликацию. NetApp V-Series создан для того, чтобы служить «шлюзовой системой», поверх сторонних систем хранения, позволяя получать присущую NetApp эффективность хранения на сторонних устройствах.

Рисунок 1 иллюстрирует, как дедупликация в NetApp FAS работает на «верхнем уровне».

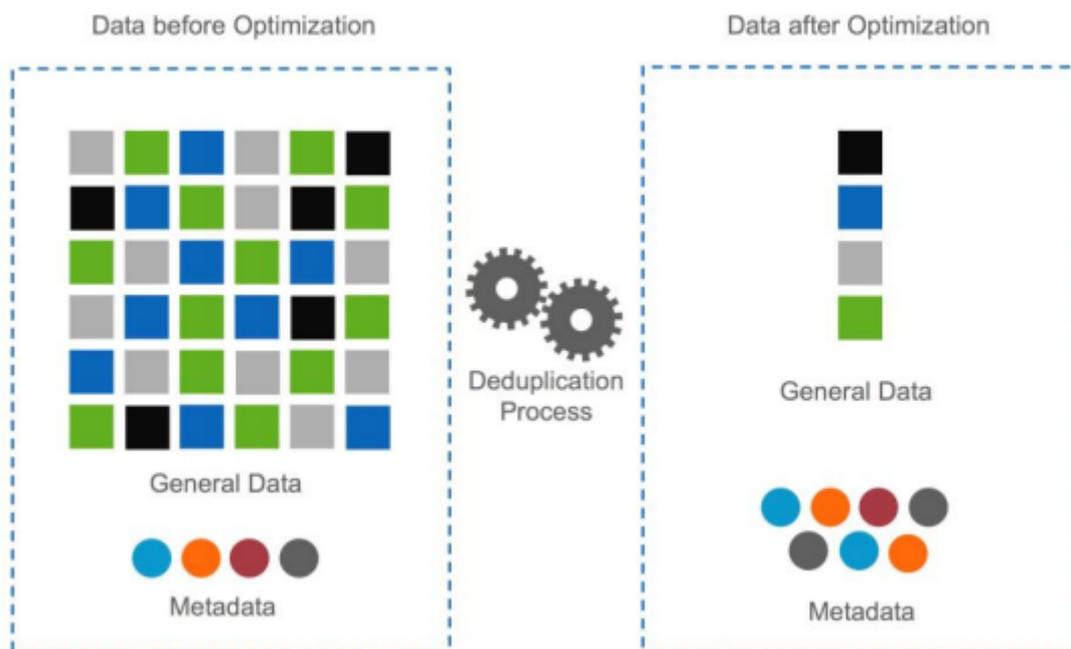


Figure 1) Как работает дедупликация для NetApp FAS.

Дедупликация сохраняет только уникальные по содержанию блоки данных на томах типа flexible и создает небольшое количество дополнительных метаданных в ходе этого процесса.

Особенности дедупликации включают в себя следующее:

- Она работает с высоким уровнем гранулярности; на уровне 4KB-блоков.

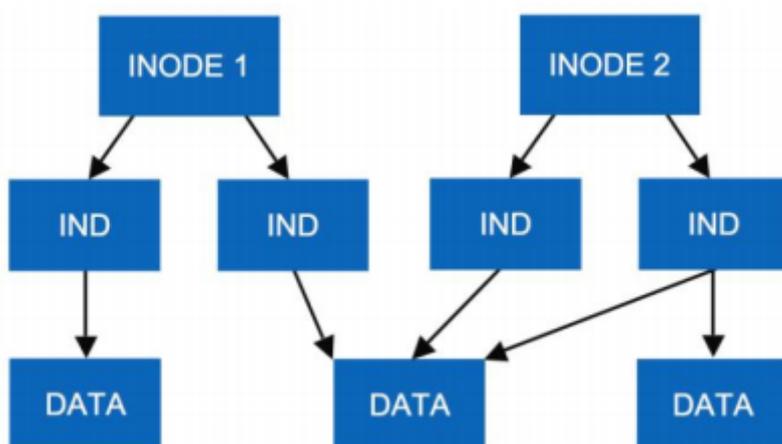
- Она работает на активной файловой системе, поверх flexible-томов. Блок, на который ссылается информация в каком-либо Snapshot™ недоступен для дедупликации, до тех пор, пока не удаляется соответствующий снэпшот.
- Это фоновый процесс, который может быть сконфигурирован для автоматического запуска, запуска по расписанию, или быть запущен вручную, из командной строки.
- Она прозрачна для приложений, поэтому воспользоваться преимуществами дедупликации данных может любое приложение, использующее систему хранения NetApp.
- Она включается и управляется простыми командами из командной строки.
- Ее можно включить и дедуплицировать данные как на уже заполненных данными томах, так и для только записываемых на том данных.

Вот, в общих чертах то, как работает дедупликация. Записываемые на систему хранения данные сохраняются в блоках, размером 4KB, как это делается обычно в Data ONTAP. Каждый блок данных имеет цифровой «отпечаток пальца», который сравнивается со всеми такими «отпечатками» на flexible-томе. Если два таких «отпечатка пальца», фингерпринта¹, оказываются идентичными, то проводится побайтовое сравнение содержимого соответствующих им блоков, и, если подтверждается полное соответствие содержимого, то такой записываемый блок с уже имеющимся на диске содержимым, освобождается, а установленный на него указатель файловой системы переставляется на уже существующий.

1.2 Дедуплицированные тома

Несмотря на появление недорогих дисков ATA, одной из важнейших сегодняшних проблем для систем хранения является стоимость хранения данных. Отсюда возникает желание снизить объемы использования хранилища (и, как следствие, стоимость за MB) устранив дублирующиеся фрагменты хранимых данных, с помощью организации «совместного использования» части уже записанной информации.

Главная технология NetApp, служащая для достижения этой цели, это дедупликация томов данных, томов типа flexible, содержащих совместно используемые данными блоки. Data ONTAP поддерживает «совместно используемые» блоки, для оптимизации степени использования пространства хранения. Например, на одном томе, это означает возможность организовывать множественные ссылки на один и тот же блок данных, как показано на рис.2.



¹ Fingerprint (в дальнейшем во всем переводе «фингерпринт») это результат вычисления хэш-функции по содержимому блока данных WAFL. (прим. перев.)

Figure 2) Структура данных дедуплицированного тома.

На рисунке 2, число физических блоков, занятых на диске равно 3 (вместо 5), а число блоков, сэкономленных с помощью дедупликации равно 2 (5 минус 3). В этом документе они будут называться «занятыми» (used) и «сэкономленными» (saved) блоками, соответственно.

Каждый блок данных имеет счетчик ссылок на него, хранящийся в метаданных тома. Когда дополнительный указатель (indirect blocks, IND на рисунке 2) указывает на блок данных, или существующий указатель перестает указывать на него, это значение увеличивается или уменьшается соответственно. Когда ни один блок-указатель не указывает на какой-либо блок данных, то блок данных помечается как неиспользуемый и освобождается файловой системой.

Технология дедупликации NetApp позволяет удалять любой дублирующийся на flexible-томе 4KB-блок данных, как это описано в следующих разделах.

Максимальное количество ссылок на один блок равно 255. Это означает, что если вы имеете, например, 500 идентичных блоков данных, то дедупликация сократит их до всего 2 блоков. Также отметьте, что эта возможность совместного использования блоков иная, чем возможность хранить 255 снапшотов для тома, и не пересекается с ней (взятые на томе снапшоты не уменьшают количество допустимых ссылок на совместно используемые при дедупликации блоки).

1.3 Дедупликация метаданных

Основа технологии дедупликации – так называемые «цифровые отпечатки пальцев», отпечатки (fingerprints). Это своеобразные «цифровые подписи», подтверждающие уникальность содержимого каждого из 4KB блока данных на flexible-томе.

Когда дедупликация запускается в первый раз, она сканирует блоки на томе данных и создает базу данных отпечатков, содержащую отсортированный список всех отпечатков использованных блоков на томе.

После того, как отпечатки созданы, они проверяются на повторяющиеся экземпляры, и, когда такие находятся, делается побайтовое сравнение найденных блоков, чтобы убедиться, что блоки действительно идентичны. После чего, наконец, когда удостоверено, что они полностью идентичны, указатель файловой системы блока изменяется так, чтобы он указывал на уже существующий блок данных, а блок с дубликатом освобождается.

Освобождение дублирующегося блока влечет за собой обновление «непрямого» (indirect) inode, указывающего на него, увеличение счетчика ссылок (block reference count) для уже существующих блоков данных, и освобождение дублирующегося блока данных.

Когда данные пишутся на дедуплицированный том, создается отпечаток для каждого записываемого блока, и заносится в файл изменений (change log file). Когда процесс дедупликации будет запущен в следующий раз, файл изменений сортируется, и отсортированные отпечатки сливаются с основным файлом базы отпечатков, после чего начинается процесс выявления и устранения дубликатов.

Обратите внимание, что на самом деле существуют два файла изменений, так что когда процесс дедупликации запустился и начал сливать содержимое из одного файла изменений, продолжающаяся запись записывает новые отпечатки во второй такой файл. Эти два файла меняются ролями в следующий запуск дедупликации. (Для знакомых с использованием NVRAM в

Data ONTAP, это аналогично тому, как переключаются две половины NVRAM, при создании consistency point на WAFL.)

Заметьте: Когда дедупликация запускается в первый раз на полностью пустом flexible-томе, она все равно создает файл фингерпринтов из лога изменений.

Некоторые детали о метаданных дедупликации:

- Они содержат фингерпринты, рассчитанные для каждого 4KB-блока данных, фингерпринты для всех блоков данных на томе хранятся в базе фингерпринтов.
- Фингерпринты удаляются из базы фингерпринтов не автоматически, когда освобождаются соответствующие им блоки данных, а когда достигается порог в 20% новых фингерпринтов, после чего старые очищаются разом. Это также может быть выполнено с помощью ручной процедуры из командной строки.
- В Data ONTAP 7.2.X, все метаданные дедупликации располагались на flexible-томе.
- Начиная с Data ONTAP 7.3.0, часть метаданных располагается на томе, а часть – непосредственно в aggregate, вне тома. База фингерпринтов и лог изменений файлов, используемый в процессе дедупликации, размещаются вне тома в aggregate, и не захватывается при создании снэпшота. Это изменение позволяет достичь более высоких показателей экономии пространства. Однако некоторые другие временные файлы метаданных, которые создаются во время процесса дедупликации, по-прежнему хранятся в томе. Эти временные файлы удаляются, когда процесс дедупликации завершится. Эти временные файлы метаданных могут оказаться в снэпшоте, если он создается во время процесса дедупликации. Эти метаданные остаются «запертыми» в снэпшоте, пока он не будет удален.
- В процессе обновления с версии Data ONTAP 7.2 до 7.3, файлы базы фингерпринтов и логов изменений перемещаются с flexible-тома на уровень aggregate при первом же прохождении дедупликации после проведения обновления. Команда `sis status` выводит сообщение `Fingerprint is being upgraded`.
- В версии Data ONTAP 7.3 и позднее, метаданные дедупликации тома располагаются вне тома, на aggregate. Когда вы откатываетесь с Data ONTAP 7.3 на версию до 7.3, метаданные дедупликации теряются. Для исправления ситуации запустите дедупликацию командой `sis start -s`, чтобы перестроить метаданные для всех существующих данных. Если это не сделать, то уже записанные на том до процесса «отката версии» данные не будут участвовать в дедупликации; однако, любая дедупликация, которая произойдет после «отката версии», будет применяться только к данным, созданным после проведения «отката», и не будет дедуплицировать данные, уже существовавшие до процесса «отката». Команда `sis start -s` занимает гораздо больше времени выполнения, что зависит от количества данных на томе и его размеров, но в течение этого времени система может работать обычным образом. Перед выполнением команды `sis start -s` убедитесь, что том имеет достаточно свободного места, чтобы вместить метаданные дедупликации этого тома. Метаданные дедупликации занимают примерно от 1% до 6% размера тома.
- Для оценки размеров дополнительного пространства, занимаемого файлами метаданных дедупликации, смотрите главу: **Объемы хранения метаданных дедупликации**.

1.4 Основные возможности дедупликации

Дедупликация действует на уровне flexible-тома. Она может быть включена на любое количество flexible-томов системы хранения. Это можно сделать четырьмя способами:

- Задать расписание на определенные дни и время дня
- Вручную из командной строки
- Автоматически, когда записано свыше 20% новых данных на том.
- Автоматически, на томе-получателе, при использовании SnapVault®

В каждый момент времени на одном томе может работать только один процесс дедупликации.

До восьми параллельно работающих процессов дедупликации может работать на восьми разных томах на одном контроллере системы хранения NetApp.

Начиная с версии Data ONTAP 7.3.1, используются специальные контрольные точки, позволяющие рестартовать процесс дедупликации с такой промежуточной точки, в случае его прерывания. До Data ONTAP 7.3.1, прерванный процесс дедупликации необходимо было начать заново с начала. Если система перезапускается в то время, когда дедупликация не завершилась, то, когда система запустится после перезапуска, процесс дедупликации возобновится автоматически с последней контрольной точки.

2 Конфигурирование и работа

Это раздел обсуждает требования по установке дедупликации, как ее конфигурировать, и различные аспекты управления ей. Хотя обсуждаемые тут вопросы довольно базового характера, тем не менее, предполагается, что система хранения NetApp уже установлена и работает, а читатель владеет базовыми знаниями администрирования NetApp.

2.1 Обзор требований

Таблица 1 описывает аппаратные и программные требования, необходимые для запуска дедупликации.

Таблица 1) Обзор требований для дедупликации.

Hardware	NearStore® R200 FAS2000 series FAS3000 series FAS3100 series FAS6000 series IBM N5000 series IBM N7000 series Внимание: Начиная с Data ONTAP 7.3, системы V-Series, соответствующие системам NetApp FAS, и IBM N-Series Gateway systems, также поддерживаются.
Data ONTAP	Требуется версия Data ONTAP 7.2.5.1 или старше
Software	<ul style="list-style-type: none">• Лицензия nearstore_option (для всех платформ кроме R200)• Лицензия a_sis
Максимальный размер тома для различных версий Data ONTAP	Смотри раздел Максимальный размер тома
Поддерживаемые протоколы	Все

Некоторые дополнительные сведения о максимальном размере тома для дедупликации:

- Когда обновление на Data ONTAP 7.3.1 завершено, начинают действовать новые значения для максимального размера дедуплицируемых томов.
- В случае необходимости сделать даунгрейд или «откат версии», рекомендуем связаться с NetApp Global Services для консультаций по наилучшим методам решения.
- Если проводится откат версии с Data ONTAP 7.3.1 на более раннюю версию Data ONTAP, с лимитами на размер тома ниже, чем у текущей версии, то тома должны иметь размер, соответствующий лимитам этой ранней версии ONTAP. При откате на версию 7.2.5.1, вы не можете изменить размер тома. Вместо этого нужно создать новый flexible-том, с новыми лимитами vol size, и данные должны быть перенесены на него до начала отката на старую версию.
- Если проводится даунгрейд с 7.3.1 на 7.3.0, причем размер тома был больше допустимого лимита для 7.3.0, то том перейдет в offline. Если это случилось, свяжитесь с NetApp Global Services для помощи в возвращении тома в online.

Что поддерживается при дедупликации

Следующие возможности NetApp поддерживаются с дедупликацией:

- Дедупликация поддерживается на системе NearStore R200 , и на всех системах FAS (кроме FAS250 и FAS270) и V-Series, с установленной лицензией NearStore.
- Поддерживаются только flexible-тома. Тома типа traditional (до-ONTAP 7.0) **не поддерживаются**.
- Начиная с Data ONTAP 7.3.1, тома SnapLock® поддерживаются как в режиме enterprise, так и compliance.
- LUN-ы поддерживаются.
- SnapMirror® поддерживается как в виде qtree SnapMirror, так и volume SnapMirror.
- SnapMirror sync mode **не поддерживается** с дедупликацией.
- SnapVault на томе-источнике (source volume) поддерживается.
- Начиная с Data ONTAP 7.3, SnapVault на томе получателе (destination volume) поддерживается.
- Начиная с Data ONTAP 7.3, Open Systems SnapVault поддерживается.
- Начиная с Data ONTAP 7.3.1, stretch MetroCluster поддерживается.
- Начиная с Data ONTAP 7.3.1, fabric MetroCluster поддерживается.
- Начиная с Data ONTAP 7.3, системы V-Series поддерживаются.
- Начиная с ONTAP 7.3, MultiStore® поддерживается.
- Начиная с Data ONTAP 7.3.1, команды дедупликации доступны внутри каждого MutiStore vFiler™.
- FlexShare™ поддерживается.
- NDMP dump поддерживается.

2.2 Установка и лицензирование дедупликации

Функция дедупликации встроена в Data ONTAP требует только ее разрешения вводом лицензии. Ввести лицензию можно следующей командой:

```
license add <a_sis license key>
```

Для запуска дедупликации на любой системе FAS, вам также нужна лицензия NearStore:

```
license add <nearstore_option license key>
```

Эти две лицензии бесплатны, спросите их у вашего контакта в представительстве NetApp, или его партнере.

Лицензирование дедупликации на кластерной конфигурации

Дедупликация - это лицензионная опция, находящаяся в лицензии NearStore. Оба узла кластера должны иметь установленную лицензию NearStore. Лицензия дедупликации также должна стоять на обоих узлах кластера.

2.3 Обзор команд

Таблица 2 показывает все команды, относящиеся к дедупликации.

Команда	Описание
<code>sis on <vol></code>	Разрешает дедупликацию для указанного тома.
<code>sis start -s <vol></code>	Начинает процесс дедупликации на указанном томе, и проводит сканирование тома для анализа уже существующих на нем данных. Эта опция обычно используется при начальной конфигурации и дедупликации тома с уже имеющимися на нем недедуплицированными данными. (Нет необходимости использовать ее для тома, который был только что создан и на котором нет никаких данных)
<code>sis start -sp <vol></code>	Запускает процесс дедупликации на томе, используя данные существующих чекпойнтов, не обращая внимания на время создания чекпойнта. Эта опция используется только вместе с -s.
<code>sis start -d <vol></code>	Удаляет существующую информацию о чекпойнтах. Эта опция используется для удаления информации чекпойнтов, даже если она все еще валидна. По умолчанию информация чекпойнтов становится невалидной через 24 часа.
<code>sis start <vol></code>	Запускает процесс дедупликации на указанном томе.
<code>sis status [-l] <vol></code>	Возвращает текущий статус дедупликации для указанного тома. С опцией -l выводит длинный листинг.
<code>df -s <vol></code>	Возвращает значение экономии пространства в результате дедупликации активной файловой системы для указанного тома. Используйте эту команду, чтобы посмотреть, сколько места сэкономлено.
<code>sis config [-s sched]\ <vol></code>	Создает расписание автоматической дедупликации. Когда дедупликация разрешается для тома, создается расписание по умолчанию, запускающее ее ежедневно в полночь. Если используется опция auto, то дедупликация запускается после того, как накопится 20% записанных новых и измененных данных от хранящегося на томе объема. Начиная с 7.3.1, порог в 20% сделан настраиваемым, с помощью опции auto@num, где num это число из двух цифр, определяющей процент.
<code>sis stop <vol></code>	Приостанавливает идущий процесс дедупликации для указанного тома.
<code>sis off <vol></code>	Деактивирует дедупликацию на указанном томе. Это означает, что с этого момента новые изменения данных не будут заноситься в логи измененных блоков, но содержимое тома, которое уже было

	дедуплицировано на момент запуска этой команды останется дедуплицированным. Если была использована эта команда, то для нового включения дедупликации на томе, необходимо провести полное сканирование содержимого, командой <code>sis start -s</code> .
<code>sis check <vol></code> (Только в Diag mode.)	Проверяет и обновляет базу отпечатков для указанного тома; включает в себя очистку неиспользуемых больше отпечатков.
<code>sis stat <vol></code> (Только в Diag mode.)	Выводит статистику томов, на которых включена дедупликация.
<code>sis undo <vol></code> (Только в Diag и Advanced mode.)	Возвращает дедуплицированный том в недедуплицированное состояние (откат дедупликации).

Таблица 2) Команды дедупликации.

2.4 Руководство быстрой настройки дедупликации

Этот раздел показывает шаги быстрой настройки дедупликации.

Таблица 3) Краткий обзор.

	Новый flexible-том	Flexible-том с данными
Конфигурирование тома	Создать flexible-том	-
Включение дедупликации	<code>sis on <volname></code>	
Первый запуск на сканирование	-	Сканируйте и дедуплицируйте существующие данные <code>sis start -s <volname></code>
Создание, изменение, удаление расписания	Удалите или измените расписание, созданное по умолчанию, или создайте свое расписание работы дедупликации. <code>sis config [-s schedule] <volname></code>	
Ручной запуск дедупликации (если не по расписанию)	<code>sis start <volname></code>	
Наблюдение за состоянием	<code>sis status <volname></code>	
Наблюдение за местом	<code>df -s</code>	

2.5 Пример конфигурирования дедупликации «от и до»

Этот раздел показывает пошаговый процесс создания flexible-тома, конфигурирование и запуск дедупликации, а также наблюдение за процессом выполнения.

Обратите внимание: Шаги подробно описываются, поэтому процесс выглядит длиннее, чем он происходит в жизни.

Этот пример создает место для архивирования множества файлов данных. Целевая система называется `r200-rtp01`, и подразумевается, что лицензия на дедупликацию уже введена.

1. Создайте том типа flexible (помните о максимально допустимом размере тома для соответствующей платформы, как описано в таблице в начале раздела).

```
r200-rtp01*> vol create VolArchive aggr0 200g
```

```
Creation of volume 'VolArchive' with size 200g on containing aggregate 'aggr0' has completed.
```

2. Включите дедупликацию для тома и проверьте ее состояние. Команда `vol status` показывает атрибуты тома, и что дедупликация включена.

После включения дедупликации, Data ONTAP сообщит вам, что если на существующем томе уже есть данные, то перед включением дедупликации надо запустить команду `sis start -s`.

В этом примере мы используем свеже созданный том, поэтому это не нужно.

```
r200-rtp01> sis on /vol/VolArchive

Deduplication for "/vol/VolArchive" is enabled.

Already existing data could be processed by running "sis start -s
/vol/VolArchive."

r200-rtp01> vol status VolArchive

Volume State      Status          Options
VolArchive online raid_dp, flex  nosnap=on

                sis

Containing aggregate: 'aggr0'
```

3. Другой способ проверить что дедупликация включена, это посмотреть вывод команды `sis status` для этого тома.

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolArchive

Path                State      Status      Progress
/vol/VolArchive     Enabled    Idle        Idle for 00:00:20
```

4. Выключим стандартное расписание дедупликации.

```
r200-rtp01> sis config /vol/VolArchive

Path                Schedule
/vol/VolArchive     sun-sat@0

r200-rtp01> sis config -s - /vol/VolArchive

r200-rtp01> sis config /vol/VolArchive

Path                Schedule
/vol/VolArchive     -
```

5. Смонтируем по NFS этот том `/testArchives` на хост под Solaris™ по имени `sunv240-rtp01`, и скопируем много файлов из пользовательских директорий в новую архивную директорию на нашем томе. Вот как это выглядит со стороны хоста:

```
root@sunv240-rtp01 # pwd
```

```
/testPSTs
```

```
root@sunv240-rtp01 # df -k.
```

```
Filesystem          kbytes    used  avail capacity  Mounted on
r200-rtp01:/vol/VolArchive 167772160 33388384 134383776  20%
/testArchives
```

6. Далее проверим состояние тома, запустим дедупликацию и проследим за ее работой. Используем команду `df -s` для проверки количества занятого и сэкономленного места. Заметьте, что экономия не появляется только от копирования данных на том, даже если дедупликация и включена. Пока блоки данных только были записаны и их фингерпринты занесены в лог изменений.

```
r200-rtp01> df -s /vol/VolArchive
```

```
Filesystem          used      saved    %saved
/vol/VolArchive/    33388384     0         0%
```

7. Запустите дедупликацию на flexible-томе. Эта команда начнет обработку лога измененных блоков (change log), фингерпринты будут отсортированы и слиты в единую базу, и будут обнаружены дублирующиеся по содержимому блоки.

```
r200-rtp01> sis start /vol/VolArchive
```

```
The deduplication operation for "/vol/VolArchive" is started.
```

8. Используйте `sis status` для наблюдения за состоянием процесса.

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolArchive
```

```
Path                State      Status    Progress
/vol/VolArchive     Enabled   Active    9211 MB Searched
```

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolArchive
```

```
Path                State      Status    Progress
/vol/VolArchive     Enabled   Active    11 MB (0%) Done
```

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolArchive
```

```
Path                State      Status    Progress
/vol/VolArchive     Enabled   Active    1692 MB (14%) Done
```

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolArchive
```

```
Path                State      Status    Progress
/vol/VolArchive     Enabled   Active    10 GB (90%) Done
```

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolArchive
```

Path	State	Status	Progress
/vol/VolArchive	Enabled	Active	11 GB (99%) Done

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolArchive
```

Path	State	Status	Progress
/vol/VolArchive	Enabled	Idle	for 00:00:07

9. Когда `sis status` покажет, что том вновь находится в состоянии `Idle`, дедупликация завершилась, и вы можете проверить величину экономии дискового пространства на томе.

```
r200-rtp01> df -s /vol/VolArchive
```

Filesystem	used	saved	%saved
/vol/VolArchive/	24072140	9316052	28%

Все установлено, настроено и работает.

2.6 Конфигурирование расписания дедупликации

Лучше всего установить расписание для дедупликации, чтобы вам не приходилось проделывать это вручную всякий раз для каждого тома. Эта глава показывает некоторые особенности конфигурирования расписания дедупликации.

Команда `sis config` используется для конфигурирования и просмотра расписания дедупликации. Синтаксис команды таков:

```
r200-rtp01> sis help config
```

```
sis config [ [ -s schedule ] <path> | <path> ... ]
```

Sets up, modifies, and retrieves the schedule of deduplication volumes.

Запуск команды `sis config` без аргументов, выведет расписание для всех томов, на которых включена дедупликация. Следующий пример показывает четыре разных формата, в которых может быть представлено расписание.

```
toaster> sis config
```

Path	Schedule
/vol/dvol_1	-
/vol/dvol_2	23@sun-fri
/vol/dvol_3	auto
/vol/dvol_4	sat@6

Значение каждого расписания таково:

- На томе `dvol_1`, расписание дедупликации не назначено.

- На томе dvol_2, дедупликация назначена на каждый день, с воскресенья по пятницу, на 23:00
- На томе dvol_3, расписание дедупликации установлено на автоматический режим. Это означает, что она запустится, когда объем новых записанных данных на том превысит 20% от имеющегося на томе объема (объем новых фингерпринтов в логах измененных блоков составит 20% от уже существующих).
- На томе dvol_4, дедупликация назначена на 6:00 в субботу.

Когда задана опция `-s`, то команда позволяет устанавливать (`setup`) или изменять расписание для заданного тома. Параметры расписания могут быть определены четырьмя путями:

```
[day_list][@hour_list]
```

```
[hour_list][@day_list]
```

```
-
```

```
auto
```

Поле `day_list` определяет дни недели, когда должна запуститься дедупликация. Оно представляет собой разделяемые запятыми дни в виде первых трех букв английского имени дня недели: `sun`, `mon`, `tue`, `wed`, `thu`, `fri`, `sat`. Имя дня нечувствительно к регистру. Диапазоны вида `mon-fri` также работают. Значение по умолчанию для `day_list` равно `sun-sat`. (то есть «вся неделя», так как в США неделя начинается с воскресенья (`sun`))

Поле `hour_list` определяет, по каким часам дня должна запускаться дедупликация в каждый назначенный для выполнения день. Значение `hour_list` это разделяемые запятыми целочисленные значения от 0 до 23. Диапазоны вида 8-17 допустимы. Величинами, означающими шаг можно дополнять диапазон. Например, `0-23/2` означает «каждые 2 часа, на протяжении всего дня (от 0 до 23)». Значение по умолчанию для `hour_list` равно 0; что означает «в полночь для каждого назначенного дня».

Если задано значение `"-"` (дефис), это значит, что для данного тома нет назначенного расписания.

Расписание типа `auto` означает, что процесс дедупликации запускается по достижении 20% новых фингерпринтов в логе измененных блоков. Проверка этого условия производится в фоновом режиме каждый час.

Когда дедупликация включается на томе в первый раз, она устанавливается с расписанием `sun-sat@0`, что означает «раз в день, в полночь»

Для конфигурирования выше описанных расписаний, использовались следующие команды::

```
toaster> sis config -s - /vol/dvol_1
```

```
toaster> sis config -s 23@sun-fri /vol/dvol_2
```

```
toaster> sis config -s auto /vol/dvol3
```

```
toaster> sis config -s sat@6 /vol/dvol_4
```

3 Сайзинг для производительности и эффективности

Этот раздел обсуждает вопросы ожидаемого поведения процесса дедупликации. Информация этого раздела получена при тестированиях, наблюдении, и знании того, как работает дедупликация.

3.1 Общие рекомендации применения дедупликации

Эта глава содержит рекомендации наилучшего применения дедупликации, по результатам наших внутренних тестов и практического применения на рабочих системах.

Дедупликация использует системные ресурсы и может изменять расположение данных на дисках. В зависимости от характера процессов ввода-вывода приложения, и влияния дедупликации на структуру данных, производительность чтения и записи может значительно изменяться. Величины экономии пространства хранения, и влияния на производительность могут сильно варьироваться в зависимости от приложения и характера данных.

NetApp рекомендует внимательно оценивать возможное влияние дедупликации на производительность с помощью тестовой инсталляции, а также принимать во внимание рекомендации сайзинга при развертывании ее на системах, чувствительных к изменению показателей производительности. Для дополнительных подробностей о влиянии дедупликации на приложения, свяжитесь с нашим специалистом в представительстве NetApp, или компании-партнере, для помощи и оценки результатов тестирования вашего приложения и влияния на его производительность использования дедупликации.

- Если вы записываете на систему хранения лишь небольшое количество новых данных, запускать дедупликацию следует не слишком часто, так как преимуществ это не принесет, но только лишь впустую займет ресурсы процессора контроллера. Как часто следует запускать дедупликацию, зависит от величины изменяющихся данных на томе.
- Больше параллельно выполняющихся процессов дедупликации потребляют больше системных ресурсов.

Основываясь на этих двух принципах, наилучший метод применения будет следующий:

- Используйте auto mode, чтобы дедупликация запускалась тогда, когда накопится действительно значимый объем записанных или измененных данных для соответствующего тома.
- Сдвигайте расписание дедупликации для различных томов, чтобы распределить их по времени выполнения.
- Запускайте дедупликацию вручную.
- Если используются снапшоты, запускайте дедупликацию до создания снапшотов, чтобы минимизировать количество данных, которые будут «заперты» в снапшоте, и недоступны для дедупликации. Убедитесь, что процесс дедупликации завершился до того, как возьмется снапшот. Если снапшот возьмется с тома до того, как завершится процесс дедупликации, это снизит степень дедупликации и сэкономленного пространства.
- Если используются снапшоты, то величина Snapshot reserve должна быть установлена выше 0. Исключение составляет том, содержащий LUN-ы, где snap reserve может быть установлен в 0 при использовании thin provisioning, и где дополнительное место должно быть доступно на томе для размещения снапшотов.

- Для успешного запуска дедупликации, вам нужно иметь некоторое место для хранения метаданных дедупликации. Сколько именно места необходимо оставить на томе и aggregate, смотрите в главе **Объемы хранения метаданных дедупликации**.

3.2 Производительность дедупликации

Эта глава рассматривает аспекты производительности дедупликации.

Так как дедупликация это часть Data ONTAP, она плотно интегрирована в структуры WAFL®. По этой причине дедупликация работает с максимальной эффективностью. Используются встроенные возможности Data ONTAP по созданию и сравнению фингерпринтов блоков данных, перенацеливанию указателей на блоки данных, и освобождению избыточных блоков.

Однако следующие факторы могут влиять на производительность процесса дедупликации и производительность ввода-вывода дедуплицированного тома.

- Характер приложения и тип используемых данных
- Характер доступа к данным (например, последовательный или случайный, размер блока ввода-вывода)
- Количество дублирующихся данных, общее количество данных, и средний размер файла
- Характер структуры данных на томе
- Количество измененных данных между запусками дедупликации
- Количество параллельно выполняющихся процессов дедупликации
- Тип аппаратной платформы — Количество и мощность CPU, объемы памяти
- Величина общей загрузки системы хранения
- Тип дисков (ATA/FC/SAS), и скорости их вращения
- Число дисков, входящих в aggregate

По всем этим причинам, NetApp рекомендует внимательно оценивать влияние процесса дедупликации на производительность системы, измерять его на тестовой инсталляции, и принимать во внимание рекомендации сайзинга до развертывания дедупликации на системах, критичных к уровню производительности.

Производительность процесса дедупликации

Производительность самого процесса дедупликации сильно зависит от перечисленных выше факторов, и это определяет то, как долго этот фоновый процесс будет проходить до успешного завершения.

На системе типа FAS6080, без другой нагрузки на систему хранения, мы получали производительность дедупликации, равную 120 MB/sec (в одной сессии дедупликации). Если параллельно выполнялись другие потоки дедупликации, то общая полоса делилась между этими потоками.

Чтобы примерно оценить то, как долго будет выполняться дедупликация, давайте примем ее производительность равной 25MB/sec. Если 1TB новых или измененных данных добавилось на том с предыдущего прохода дедупликации, то операция дедупликации будет выполняться до своего завершения в течение 10 - 12 часов.

(Для дедупликации нельзя настроить приоритеты выполнения, так что уровень приоритета «фоновый» установлен для задачи дедупликации постоянно)

Влияние на систему хранения во время проведения дедупликации

Операция дедупликации запускается как низкоприоритетный, фоновый процесс системы. Однако, она, тем не менее, может оказывать влияние на производительность пользовательского ввода-вывода и других приложений системы.

Число процессов дедупликации, которые запускаются на системе хранения, определяется их влиянием на работу других приложений, использующих систему хранения (до восьми процессов дедупликации может работать на контроллере любого типа). Перечисленные ниже результаты были измерены при запуске дедупликации на системе FAS3050:

- При восьми параллельно запущенных процессах дедупликации, **без работы других задач** на системе хранения, дедупликация использует 15% CPU в наименее нагруженной фазе процесса, и все доступные ресурсы CPU в наиболее нагруженной фазе.
- Когда работает один процесс дедупликации, то влияние на производительность других задач варьируется от 0% to 15%.
- С восемью параллельно исполняющимися процессами дедупликации, влияние на производительность приложений, исполняющихся на этой системе, может быть от 15% до 50%.

Производительность ввода-вывода дедуплицированного тома

Производительность на запись

Влияние дедупликации на производительность процесса записи зависит от мощности контроллера системы хранения, а также от объемов нагрузки, обрабатываемой системой хранения

Если нагрузка системы низка — в этом случае использование CPU около 50% или ниже — то разница при записи данных на дедуплицированный том незначительна, и, следовательно, нет заметного влияния на производительность других, работающих с той же системой хранения приложений. На сильно загруженной системе, однако, где процессоры контроллера работают на предельной нагрузке, влияние на производительность записи может достигать 15% на большинстве систем хранения NetApp. Влияние на производительность более заметно на мощных системах, чем на небольших. На системе типа FAS6080, это влияние может достичь 35%. Более высокий уровень влияния на производительность обычно вызывается случайными по характеру записями (random writes). Отметьте также, что приведенные значения даны для использования FC дисков; если используются диски ATA, влияние на производительность может быть выше.

Производительность на чтение

Когда данные читаются с дедуплицированного тома, влияние на производительность чтения зависит от разницы в структуре данных в дедуплицированном, и оригинальном, недедуплицированном виде.

На случайном чтении влияние минимально.

Так как дедупликация «разбрасывает» данные по диску, она будет влиять на производительность приложений, использующих последовательное чтение (sequential read), таких как «источник» dump, qtree SnapMirror или «источник» SnapVault, SnapVault restore, и других приложений, много читающих данные последовательно. Эффект влияния больше заметен на данных, заполненных нулями, или повторяющимися паттернами (например таких, когда приложение заполняет данные нулями, в начале их использования). В случае последовательных чтений такого типа паттернов

данных отмечается падение производительности. Влияние на производительность также заметнее сказывается для дисков SATA, чем для FC. Таким образом, если приложение сильно зависит от производительности последовательного чтения (sequential read), то влияние процесса дедупликации следует внимательно учесть, перед принятием решения о его применении.

В случае случайного по характеру чтения (random reads) с дедуплицированного тома, обычно влияние на производительность весьма мало.

PERFORMANCE ACCELERATION MODULE (PAM)

Использование карты PAM возможно для систем под Data ONTAP 7.3 и новее.

В системах, где совместно используемые блоки читаются многократно, карта PAM может помочь уменьшить количество чтений с дисков, что повышает производительность при чтении. Степень улучшения производительности при использовании PAM зависит от степени дублирования данных, скорости доступа, размеров активных данных и характера структуры данных. Добавление карты PAM не увеличивает максимальный размер дедуплицируемого тома, заданного для данного типа системы хранения.

PAM оказывает значительное улучшение показателей производительности при использовании в VMware® VDI. Преимущества, использования NetApp PAM могут быть еще более увеличены за счет использования ее с технологиями NetApp deduplication или FlexClone®.

Для подробностей об использовании PAM, смотрите TR-3705 «NetApp and VMware VDI Best Practices.»

3.3 Эффект экономии пространства при дедупликации

Эта глава рассматривает вопросы экономии пространства, которые можно ожидать при использовании дедупликации.

Было проведено сравнительное тестирование на различных наборах данных, для того, чтобы определить сравнительный эффект экономии пространства, после применения дедупликации. Эти результаты были получены тремя путями:

1. Запуск дедупликации на различных наборах рабочих данных внутри NetApp.
2. Использование данных различных инсталляций систем NetApp с включенной дедупликацией, в практическом применении у клиентов компании.
3. Запуск программы симуляции дедупликации, как в NetApp, так и у конечных пользователей, на различных наборах данных. См. главу 3.4, —Space Savings Estimation Tool, для дополнительных сведений по использованию этого инструмента.

Table 4) Типичные величины экономии пространства при использовании дедупликации.

Тип данных	Процент экономии
Резервные копии	95%
VMware	70%
Hyper-V	60%
Файловые сервисы	35%
Sharepoint	30%
Архивы e-mail	30%
Архивы документов	25%
Архивы исходных кодов	25%

Отметьте, что архивные данные неповторяющегося характера, такие как файлы образов дисков, zip- или gz-архивы, или зашифрованные данные, в общем случае не являются хорошими кандидатами на дедупликацию.

Результаты, приведенные в таблице 4, достаточно реалистичны и, как правило, практически достижимы.

Результаты можно проверить на существующих данных, с помощью Space Savings Estimation Tool (SSET), как рассмотрено в главе 3.4.

Важно отметить, что эффект экономии места, приведенный в таблице, это эффект однократного прохода дедупликации, с одним исключением. В случае, когда данные резервного копирования или архивирования записываются на дедуплицируемый том все в новых и новых копиях, то эффект экономии будет при этом становиться все заметнее и заметнее, достигая, в ряде случаев, значения 20:1 (95%).

Дедупликация и экономия пространства на существующих данных

Большим преимуществом дедупликации является возможность запустить ее на уже существующем и заполненном данными томе. Логично предположить, что в этом случае на таком томе будет сделано какое-то количество (возможно множество) снэпшотов существующих данных. Вот что получится, когда вы запустите дедупликацию в таком случае.

Когда вы запустите дедупликацию на таком томе впервые, скорее всего вы получите сравнительно небольшой эффект в экономии пространства. По мере того, как будут устаревать, и удаляться сделанные до начала процесса дедупликации снэпшоты, и освободиться «запертые» в них блоки, величина освобождаемого пространства хранения будет расти. Когда будет удален последний снэпшот, созданный до момента включения дедупликации, величины освобожденного в результате дедупликации пространства значительно возрастут.

Таким образом вопрос стоит так: как и когда следует запускать дедупликацию, чтобы получить максимальный эффект экономии пространства хранения на томе. Ответ таков: дедупликацию следует запустить, и позволить успешно завершиться до того, как на томе будут созданы снэпшоты; это обеспечит самый высокий уровень экономии пространства хранения. Однако в зависимости от размеров тома, и возможного влияния на производительность системы хранения, это не всегда может быть выполнимо в таком виде.

Объемы хранения метаданных дедупликации

Эта глава рассматривает объемы, занятые на системе хранения при организации процесса дедупликации. Хотя дедупликация обеспечивает значительную экономию пространства хранения, некоторый небольшой объем пространства занимает при этом ее собственными файловыми структурами. Это необходимо учитывать при планировании размеров томов.

Общий объем, занимаемый структурами файлов, обеспечивающих дедупликацию, составляет в среднем от 1% до 6% общего объема данных на томе. *Общий объем данных = занятое место + сэкономленное место*, как его сообщает команда `df -s` (то есть размер данных, до того, как проведена их дедупликация). Таким образом, для 1ТВ данных, объем хранимых метаданных

будет, приблизительно, от 10GB до 60GB. Размер, занимаемый этими метаданными, считается следующим образом:

- Записи отпечатков пальцев, для каждого из 4KB-блока данных, которые записываются в специальную базу данных. Она занимает менее 2% от соответствующего ей объема данных.
- Записи в «лог измененных блоков». Величина этого лога зависит от скорости изменений данных на томе, и того, насколько часто производится дедупликация (после нее этот лог очищается). Размер таких логов также обычно составляет менее 2% от объемов тома.
- Наконец, когда дедупликация работает, она создает временные файлы, которые могут занимать до 2% размера тома. Эти временные метаданные удаляются по окончании работы процесса дедупликации.

В версии Data ONTAP 7.2.X, все перечисленные метаданные дедупликации размещались непосредственно на самом томе, из-за этого метаданные захватывались и локировались в снимках, как любые данные тома.

Начиная с версии Data ONTAP 7.3, часть метаданных по-прежнему располагается на томе, но часть перенесена на пространство aggregate, вне тома. База отпечатков пальцев и файлы лога изменений размещаются вне тома, непосредственно на aggregate и, по этой причине, не захватываются при создании снимков. Это изменение позволяет достигать при дедупликации более высоких степеней экономии пространства. Однако другие, временные метаданные, создаваемые во время проведения операции дедупликации, по-прежнему находятся на пространстве тома. Эти временные метаданные удаляются, когда процесс дедупликации завершается. Однако, если снимок создается в то время, когда процесс дедупликации еще работает, эти временные данные попадают в снимок, и остаются в нем, пока он не будет удален. Тем не менее, это не мешает ни работе дедупликации, ни нормальной работе системы хранения, но только лишь ухудшает возможные, максимально достижимые величины экономии пространства хранения.

Основные принципы оценки дополнительного пространства, которые нужно оставить на aggregate или томе, для размещения дополнительных метаданных таковы:

- Если вы используете Data ONTAP 7.2.X, оставляйте около 6% запаса места на том томе, на котором собираетесь использовать дедупликацию.
- Если вы используете Data ONTAP 7.3 и новее, оставьте около 2% пространства на томе, на котором планируете запустить дедупликацию, и около 4% свободного места на aggregate, на котором размещен том, подлежащий дедупликации.

3.4 SPACE SAVINGS ESTIMATION TOOL (SSET)

Реальные размеры экономии пространства при дедупликации зависят от типа и содержимого данных. По этой причине NetApp разработал утилиту, помогающую проанализировать и оценить эффективность работы дедупликации на том или ином наборе реальных пользовательских данных до принятия решения о включении дедупликации на системе хранения.

Запущенный на исполнение SSET проходит по всем файлам в указанной директории, и оценивает эффект дедупликации, который может быть на них достигнут. Хотя реальная величина экономии пространства при дедупликации средствами NetApp и может отличаться от результатов SSET, однако обычно результаты оказываются в районе +/-5% от оценки этой утилиты.

Обзор SSET

Программа SSET доступна системным инженерам NetApp, а также компаниям-партнерам NetApp, и проводит «неразрушающий» анализ данных, чтобы определить эффективность дедупликации на данном наборе данных. Эта программа предназначена только для использования персоналом NetApp и компаний-партнеров, для действующих или будущих клиентов NetApp. Устанавливая эту программу, пользователь соглашается с требованием того, что как сама программа, так и результаты ее работы остаются конфиденциальными между ним и NetApp.

Программа Space Savings Estimator Tool доступна под Linux® и Windows®, с доступом к данным локально или по CIFS/NFS. Смотрите прилагающийся к программе файл `readme` для описания правил запуска и использования.

Ограничения SSET

SSET работает под Linux или Windows. Объем обрабатываемых им данных ограничен 2TB (и менее). Если обрабатываемый раздел содержит более 2TB, то SSET возьмет только первые 2TB, обработает и покажет результат, проигнорировав данные свыше этого предела.

SSET работает для оценки данных, доступных только локально, или по NFS/CIFS.

Для подробностей о работе SSET, смотрите его документацию. SSET можно загрузить с внутреннего сайта NetApp или с PartnerCenter.

3.5 Ограничения дедупликации

Эта глава рассматривает поддерживаемые и неподдерживаемые варианты использования. Некоторые моменты этой информации могут быть рассмотрены в других частях этого документа.

Общие предупреждения

Метаданные дедупликации (файл отпечатков и лог изменений) не дедуплицируются сами.

Другие метаданные, такие как метаданные директорий, также не дедуплицируются. По этой причине, эффект на пространстве директорий с большим количеством мелких файлов (например содержимое вебсервера или веб-кэш) может быть ниже ожидаемого.

Поддерживается резервное копирование дедуплицированного тома по NDMP, однако, при этом количество скопированных в резервную копию данных будет равно «логическому» размеру данных, то есть без учета экономии при дедупликации.

Когда дедупликация работает в системе, использующей квоты (quota), то установленная пользователю квота на томе не может быть им превышена. Например, пользователь с квотой в 1TB не может записать на дедуплицируемый том данных больше чем 1TB, даже если эти данные занимают физически (после дедупликации) места меньше, чем 1TB.

Администратор системы хранения может использовать сэкономленное в результате дедупликации место так, как пожелает.

Дедуплицируются данные только «активной файловой системы». Блоки данных, находящиеся в снапшотах, созданных до завершения на этом томе процесса дедупликации, не освобождаются, пока не будет удален соответствующий снапшот.

Максимальный размер flexible-тома

Максимальный допустимый размер тома зависит от используемого типа контроллера (этот размер, в первую очередь, определяется объемом системной памяти контроллера). Когда этот размер достигнут, то записи на том будут завершаться с ошибкой, как в случае любого другого тома, заполненного целиком.

Это может быть важным, в случае использования томов, перемещаемых на другую платформу, с другим типом контроллера. В этом случае на обеих платформах следует задать минимальное из двух значений размера тома.

Таблица 5 показывает максимально используемый размер flexible-тома (включая все пространство snap reserve) для различных моделей контроллеров NetApp. Для версий Data ONTAP ранее 7.3.1, если том изначально был сделан размером большего, чем задано в лимите, и, впоследствии, был уменьшен до размера менее указанного лимита, дедупликация на таком томе не включится.

Table 5) Максимальные размеры дедуплицируемых томов.

Data ONTAP 7.2.X (начиная с 7.2.5.1) и Data ONTAP 7.3.0							
FAS2020	FAS3020 N5200 FAS2050	FAS3050 N5500	FAS3040 FAS3140 N5300	R200	FAS3070 N5600 FAS3160	FAS6030 FAS6040 N7600 FAS3170	FAS6070 FAS6080 N7800
0,5TB	1TB	2TB	3TB	4TB	6TB	10TB	16TB
Data ONTAP 7.3.1 и новее							
FAS2020	FAS3020 N5200 FAS2050	FAS3050 N5500	FAS3040 FAS3140 N5300	R200	FAS3070 N5600 FAS3160	FAS6030 FAS6040 N7600 FAS3170	FAS6070 FAS6080 N7800
1TB	2TB	3TB	4TB	4TB	16TB	16TB	16TB

Максимальный размер совместно используемых данных (maximum shared data limit) на томе равен 16TB, вне зависимости от типа контроллера. Когда этот лимит достигнут, то больше невозможно продолжать дедупликацию данных на томе, однако можно продолжать записывать на том, до тех пор, пока он не заполнится целиком.

Таблица 6 показывает максимальный объем данных, который можно записать на дедуплицированный том (с учетом дедупликации), для каждого типа контроллера. Это максимальное количество данных, которое может быть записано на дедуплицированный том. Лимит равен максимальному размеру тома, плюс максимальному размеру совместно использованных данных. (Например, для системы R200, у которой размер дедуплицируемого тома равен 4TB, может быть записано 20TB данных; что рассчитано как 4TB + 16TB = 20 TB.)

Table 6) Максимальные объемы данных на дедуплицированном томе.

Data ONTAP 7.2.X (начиная с 7.2.5.1) и Data ONTAP 7.3.0							
FAS2020	FAS3020 N5200 FAS2050	FAS3050 N5500	FAS3040 FAS3140 N5300	R200	FAS3070 N5600 FAS3160	FAS6030 FAS6040 N7600 FAS3170	FAS6070 FAS6080 N7800
16,5TB	17TB	18TB	19TB	20TB	22TB	26TB	32TB

Data ONTAP 7.3.1 и новее							
FAS2020	FAS3020 N5200 FAS2050	FAS3050 N5500	FAS3040 FAS3140 N5300	R200	FAS3070 N5600 FAS3160	FAS6030 FAS6040 N7600 FAS3170	FAS6070 FAS6080 N7800
17TB	18TB	19TB	20TB	20TB	32TB	32TB	32TB

Количество процессов дедупликации

На одном контроллере системы FAS может быть запущено не более восьми одновременно выполняющихся процессов дедупликации.

Если по расписанию необходимо запустить новый процесс дедупликации, когда восемь процессов уже работают, то запуск процесса задерживается. Например, допустим, что пользователь поставил расписание по умолчанию (`sun-sat@0`) для 10 дедуплицируемых томов. Восемь будет запущено в полночь, а два оставшихся будут отложены. Как только один из идущих восьми процессов завершится, будет стартован один из задержанных; когда завершится еще один – стартует второй задержанный. В следующий раз дедупликация будет запущена на этих 10 томах со сдвигом порядка, так чтобы избежать ситуации, когда одни и те же тома всегда запускаются на дедупликацию первыми.

В Data ONTAP 7.2.X, в случае *ручного* запуска дедупликации, если восемь процессов уже работает, и запускается новый, то попытка запуска завершается, и постановка в очередь не осуществляется. Однако, начиная с Data ONTAP 7.3, ручной запуск дедупликации также помещается в очередь выполнения, если восемь процессов уже работает (включая команду `sis start -s`).

4 Дедупликация и другие функции NetApp

Для различий в требованиях разных версий Data ONTAP читайте раздел ограничений дедупликации.

4.1 Дедупликация и снэпшоты

Дедупликация обрабатывает данные только в активной файловой системе, по этой причине блоки данных, попавшие в снэпшоты, созданные до дедупликации, вызывают снижение уровня экономии пространства хранения. Существует два типа данных, которые блокируются в снэпшотах:

- Данные блокируются в снэпшотах, если снэпшот создается до дедупликации. Это эффект может быть уменьшен, если вы будете запускать дедупликацию перед взятием снэпшотов.
- Метаданные дедупликации могут также попасть в снэпшот, когда он берется в процессе работы дедупликации.

В Data ONTAP 7.2.X, все метаданные дедупликации размещались непосредственно на томе. Начиная с Data ONTAP 7.3.0, часть метаданных располагается на томе, а часть перенесена с тома на aggregate, вне тома. База фингерпринтов и файлы лога измененных блоков, используемых в процессе дедупликации, находятся теперь вне тома, и не попадают в содержимое снэпшота. Это позволяет дедупликации достигать более высоких степеней экономии пространства. Однако, некоторые из временных метаданных, создаваемых в процессе прохода дедупликации, по-прежнему размещаются на томе. Эти временные данные удаляются, когда процесс дедупликации завершается. (О размерах этих временных файлов смотрите **3.3.2 Объемы хранения метаданных**)

дедупликации) Эти временные метаданные могут попадать в снимки, которые берутся в то время, пока выполняется процесс дедупликации. Эти метаданные остаются в сделанных снимках, пока те не будут удалены.

Для того, чтобы получить максимальный эффект от использования дедупликации, когда вы применяете ее вместе со снимками, пользуйтесь следующими рекомендациями:

- Проводите дедупликацию до того, как будете брать снимок.
- Удаляйте ненужные снимки с тома, на котором проводится дедупликация.
- Если это возможно, сократите сроки сохранения (retention) снимков, берущихся на дедуплицируемом томе.
- Настройте запуск дедупликации на момент, когда накопится достаточное количество измененных данных.
- Сконфигурируйте достаточное место резерва под снимки.
- Если место занятое снимками вырастет до значений выше 100%, это вызовет неправильные результаты, показываемые командой `df -s`, потому что некоторая часть активной файловой системы будет занята данными снимков, и поэтому действительные значения результатов дедупликации будут искажены.
- Если значение `snap reserve` установлено равным 0, вы должны выключить расписание создания снимков, созданное в системе по умолчанию (это применимо для большинства случаев использования LUN).

4.2 Дедупликация и SnapRestore

Функциональность SnapRestore® поддерживается с дедупликацией, и он работает одинаково как с дедупликацией, так и без нее. Если вы используете Data ONTAP 7.3, отметьте следующее.

Начиная с Data ONTAP 7.3, файлы метаданных дедупликации (база отпечатков и логи измененных блоков) не будут восстановлены, когда запустится SnapRestore, так как они теперь располагаются вне тома, на уровне aggregate. В этом случае, после выполнения SnapRestore, в нем не будет файла базы отпечатков. Однако данные при этом будут находиться в дедуплицированном состоянии, и сохраняют экономию пространства. После SnapRestore, если на томе была включена дедупликация, любые новые данные, записываемые на том, продолжают дедуплицироваться

Однако процесс дедупликации будет обрабатывать только новые данные, и не будет проводить дедупликацию между новыми и восстановленными в результате SnapRestore данными тома. Для того, чтобы запустить дедупликацию для всех данных на томе (и, следовательно, получить больший эффект экономии пространства), используйте команду `sis start -s`. Эта команда перестраивает базу отпечатков для всех данных на томе. В зависимости от размеров хранимых данных, этот процесс может занять длительное время.

Перед запуском `sis start -s`, убедитесь, что как том, так и aggregate содержат достаточно свободного места для размещения метаданных дедупликации. Для информации о том, сколько места необходимо оставить для этих метаданных, смотрите главу **3.3.2 Объемы хранения метаданных дедупликации**

4.3 Дедупликация и команда `vol copy`

Когда дедуплицированные данные копируются при помощи команды `vol copy`, копия данных на получателе копирования унаследует все атрибуты дедупликации и экономию пространства исходных дедуплицированных данных.

Начиная с версии Data ONTAP 7.3, некоторые метаданные дедупликации не копируются с помощью команды `vol copy`, так как располагаются вне пространства тома, на уровне `aggregate`. Таким образом, для тома-получателя будет отсутствовать база фингерпринтов, однако данные сохраняют эффект экономии пространства в результате проведенной на источнике дедупликации.

Процесс дедупликации также продолжит работать с любыми новыми данными, поступающими на том-получатель копирования, и будет создана новая база фингерпринтов для этих данных. Процесс дедупликации будет создавать экономию пространства только для новых данных, и не будет обрабатывать данные для старых и новых данных вместе. Для того, чтобы запустить дедупликацию для всех данных на томе (и, следовательно, получить больший эффект экономии пространства), используйте команду `sis start -s`. Эта команда перестраивает базу фингерпринтов для всех данных на томе. В зависимости от размеров хранимых данных, этот процесс может занять длительное время.

4.4 Дедупликация и Read Reallocation (`realloc`)

Для нагрузки, представляющей собой смесь случайных записей и больших последовательных чтений, процесс `read reallocation` улучшает структуру хранимых данных, и характеристики последовательного чтения. Когда вы включаете `read reallocation`, Data ONTAP анализирует части файлов, которые читаются последовательно. Если связанные блоки не располагаются последовательно, Data ONTAP изменяет структуру так, чтобы перезаписать такие блоки в оптимальные места на диске. Такая оптимизация расположения блоков улучшает характеристики дисковой структуры хранения и увеличивает производительность последовательного чтения. Однако, проведение `read reallocation` может вызвать большую величину использования дискового пространства, если используются снимки. Это может также привести к более высокой нагрузке на контроллер системы хранения. Если вы хотите включить `read reallocation`, но экономия пространства хранения для вас также важна, вы можете включить `read reallocation` на томе FlexVol® с опцией `space_optimized`. Эта опция сохраняет место, но может ухудшить производительность чтения при работе со снимками. Поэтому, если для вас особенно важна производительность чтения снимков, то не используйте опцию `space_optimized`.

Процесс `read reallocation` не перераспределяет блоки, которые используются совместно различными участками данных на дедуплицированном томе. Так как результаты `read reallocation` непредсказуемы при работе на дедуплицированном томе, и чаще всего не приводят к положительным результатам в отношении производительности последовательного чтения, то для дедуплицированных томов использование `read reallocation` **не поддерживается**. Если вы хотите использовать для каких-то файлов возможность `read reallocation`, то их следует поместить на тома без дедупликации.

4.5 Дедупликация и тома FlexClone

Когда создается том FlexClone (клонированный том):

- Том FlexClone дедуплицированного тома – также дедуплицированный том. Клонированный том наследует состояние и атрибуты дедупликации родительского клона, такие как, например, расписание дедупликации.
- Начиная с Data ONTAP 7.3, файлы метаданных дедупликации (база отпечатков и логи измененных блоков) не будут клонированы, так как они теперь располагаются вне тома, на уровне aggregate. В этом случае, после выполнения FlexClone, в нем не будет файла базы отпечатков. Однако данные при этом будут находиться в дедуплицированном состоянии, и сохранят экономию пространства. После FlexClone, если на томе была включена дедупликация, любые новые данные, записываемые на том, продолжают дедуплицироваться. Однако, процесс дедупликации будет обрабатывать только новые данные, и не будет проводить дедупликацию между новыми и клонированными данными тома. Для того, чтобы запустить дедупликацию для всех данных на томе (и, следовательно, получить больший эффект экономии пространства), используйте команду `sis start -s`. Эта команда перестраивает базу отпечатков для всех данных на томе. В зависимости от размеров хранимых данных, этот процесс может занять длительное время.
- Начиная с версии 7.3.1, в дополнение к обычному FlexClone, появились также FlexClone на уровне файла и LUN, и это доступно на дедуплицированных томах.
- Дедупликацию можно использовать для экономии пространства хранения при копировании данных с использованием FlexClone на уровне файлов или LUN, и при «логической миграции» (qtree SnapMirror, SnapVault, NDMPdump, и так далее).

Для подробного рассмотрения темы FlexClone, смотрите **TR-3742, Using FlexClone to Clone Files and LUNs**.

VOLUME SPLITTING

Когда клонированный том отделяется (split) от породившего его тома, все данные на клоне, которые были частью исходного, родительского тома (то есть **не** те, которые были записаны на этот клон после того, как он был создан) будут «раздедуплицированы» в ходе выполнения операции volume split. Если на клоне была, в свою очередь, разрешена и включена дедупликация, то в следующий проход дедупликации он опять будет дедуплицирован.

4.6 Дедупликация и конфигурация Active-Active

Контроллерная конфигурация active-active поддерживается при дедупликации следующим образом:

- В режиме active-active, когда каждый узел кластера работает, и ни на один не происходит takeover, дедупликация на каждом из узлов работает независимо от другого.
- Общее число параллельных процессов дедупликации на каждом из работающих в режиме active-active узлов равно 8.
- Записи на том сопровождаются вычислением отпечатков и записями в лог изменений.
- В случае файловера (failover) на партнерский узел, процесс дедупликации на сбойном узле прекращается. Однако, записи в лог изменений для дисковых томов, обслуживавшихся отказавшим узлом, продолжают. После возврата (failback) дисковых томов на восстановивший работоспособность контроллер, дедупликация может быть продолжена согласно информации в логах измененных блоков. Возобновленный процесс дедупликации начнется по заданному расписанию, или может быть запущен вручную.
- В режиме файловера, операции дедупликации для дисковых томов, принадлежащих локальному узлу продолжают обычным образом.

- Начиная с версии Data ONTAP 7.3, следующие команды поддерживаются для партнерских томов в режиме *takeover*: `sis status`, `sis stat`, `sis on`, `sis off`.
- Также, начиная с версии Data ONTAP version 7.3, для SnapVault with NetBackup™, поддерживается совместное использование блоков для партнерских томов при *takeover*.

Так как дедупликация это лицензионная опция лицензии NearStore, NetApp рекомендует устанавливать на оба узла кластера active-active лицензии NearStore и deduplication.

Дедупликация не добавляет в кластерную конфигурацию active-active иной дополнительной нагрузки кроме дополнительного дискового ввода-вывода. Для дополнительных сведений о конфигурации active-active, смотрите **TR-3450, Active/Active Controller Configuration Overview and Best Practice Guidelines**.

4.7 Дедупликация и системы V-series

Начиная с Data ONTAP 7.3 и новее, вы можете использовать дедупликацию на системах V-Series с лицензией NearStore.

Когда вы планируете использовать дедупликацию NetApp для FAS с системами V-Series, обратите внимание на следующие моменты:

Тип метода вычисления контрольной суммы, используемой для дедупликации, отличается для систем V-Series. В V-Series поддерживается только тип block checksum (BCS). Zoned checksums не поддерживаются, что может вызвать снижение производительности на нагрузке случайного характера. Просмотрите документ **Data ONTAP Data Protection Online Backup and Recovery Guide** для подробностей о применении конфигурации NearStore.

Для подробностей по использованию систем V-Series, смотрите **TR-3461, Best Practices Guide for V-Series**.

4.8 Дедупликация и репликация SnapMirror

Хотя существенные выгоды могут быть получены от использования дедупликации на отдельной системе хранения, значительная часть решений защиты данных требует использования репликации данных, например на удаленную систему, для задач катастрофоустойчивости.

Репликация дедуплицированных томов поддерживается в SnapMirror в двух формах — *volume SnapMirror* и *qtree SnapMirror*. Эти варианты рассматриваются подробно в двух следующих главах. Помните, что дедупликация поддерживается только на системах хранения NetApp, на которых установлена лицензия NearStore. Таким образом, любые системы с томами с работающей дедупликацией, показанные на рисунках далее, даже если это устройства *SnapMirror primary*, это системы с лицензией NearStore.

NetApp рекомендует **не использовать** дедупликацию с sync SnapMirror. Хотя технически это и работает, интеграция и разработка расписаний работы дедупликации с sync SnapMirror сложно реализуема в жестких условиях практических реализаций требующих синхронного реплицирования.

Для подробного рассмотрения темы SnapMirror, смотрите **TR-3446, SnapMirror Async Best Practices Guide**.

Репликация в режиме Volume SnapMirror

Дедуплицированный том может быть передан на «вторичную» систему хранения-«получатель» (destination) с помощью volume SnapMirror, как показано на рис. 3.

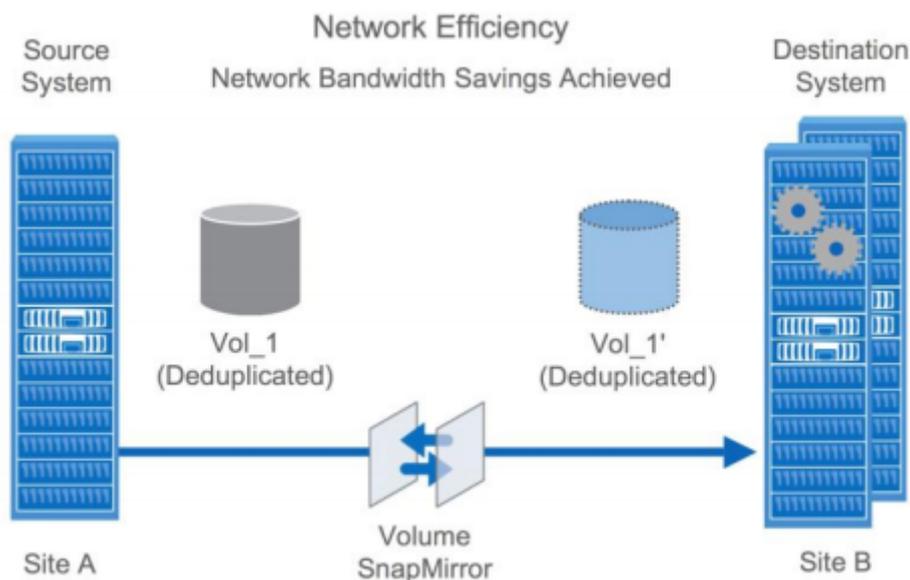


Рис. 3) Репликация типа Volume SnapMirror для дедуплицированного тома.

Чтобы запустить дедупликацию с volume SnapMirror:

- Дедупликация должна быть лицензирована на первичном хранилище (source). Однако опция NearStore должна быть лицензирована на обоих концах репликации, как на «источнике», так и на «получателе» (или использовать R200 на одном или обоих концах, так как она имеет встроенную лицензию NearStore). Начиная с версии Data ONTAP 7.3.1, лицензия NearStore больше не требуется на стороне получающей системы, но установка лицензии дедупликации на система-получателе по-прежнему рекомендуется.
- Дедупликация не требует лицензирования на системе-получателе, однако, если система-источник репликации выйдет из строя, и «вторичная» система станет основной, то лицензия дедупликации потребуется для того, чтобы продолжать использование дедупликации. Таким образом, наилучшее решение будет иметь лицензию дедупликации на обеих сторонах репликации.
- Для установления репликации типа volume SnapMirror, система-получатель должна иметь ту же, или более позднюю версию Data ONTAP. Дедупликация может быть включена, запущена и управляться только с «первичной» системы. Однако том на системе-получателе репликации наследует все атрибуты дедупликации и экономию пространства.
- Совместно используемые блоки данных передаются только один раз, таким образом, дедупликация также экономит объемы сетевого трафика и полосу пропускания канала репликации.
- Расписание репликации volume SnapMirror не привязано к расписанию дедупликации.
- Предел сверху для размеров тома ограничен наименьшим допустимым значением для всех входящих в отношения репликации систем.

Когда вы конфигурируете volume SnapMirror и дедупликацию, важно принимать во внимание расписания работы дедупликации и volume SnapMirror. Наилучшим вариантом будет запускать

передачу volume SnapMirror дедуплицированного тома после окончания работы процесса дедупликации (то есть не посередине неоконченного процесса). Это предотвратит отсылку недедуплицированных данных и дополнительных временных метаданных по сети. Если временные метаданные в томе-источнике окажутся заперты в снэпшоте, то это также займет дополнительное место, как томе-источнике, так и на томе-получателе

Производительность Volume SnapMirror может быть снижена на дедуплицированных томах. Это необходимо учитывать, когда вы планируете систему хранения. Для подробностей смотрите главу **Производительность дедупликации**.

Влияние переноса метаданных дедупликации вне тома

Начиная с Data ONTAP 7.3, большинство метаданных дедупликации перенесено на пространство aggregate вне тома. Таким образом, они не захватываются в снэпшот, и volume SnapMirror не реплицирует эти данные. За счет этого достигается дополнительная экономия при передаче данных между системами. Однако, некоторые временные метаданные по-прежнему находятся на томе, и удаляются, когда дедупликация завершает работу на томе. Если снэпшот делается в момент процесса дедупликации, эти временные метаданные попадают в снэпшот, так что volume SnapMirror при репликации передает эти метаданные по сети, на сторону системы-получателя. Для того, чтобы воспрепятствовать репликации этих ненужных данных, расписание репликации volume SnapMirror следует настроить на выполнение после завершения дедупликации на системе-«источнике».

В случае аварии на первичной системе, вы можете разорвать репликацию volume SnapMirror, и сделать так, чтобы система-получатель теперь обслуживала данные как первичная. В этом случае, она не будет иметь у себя базы данных фингерпринтов для уже существующих на ней данных. Однако, уже существующие на ней данные сохраняют всю экономию пространства, выполненную ранее на исходном томе, реплицированном на нее с помощью volume SnapMirror. Также дедупликация продолжит работать с новыми, записываемыми после этого, данными, и создающими новые фингерпринты. Процесс дедупликации будет работать только с этими новыми данными, и в дедупликация не будет распространяться и брать в учет старые и новые данные вместе. Для запуска дедупликации для новых и старых данных вместе, нужно перестроить базу фингерпринтов, включив в нее все данные тома, с помощью команды `sis start -s`. В зависимости от размеров тома и данных не нем, этот процесс может занять значительное время.

Важно: Перед запуском `sis start -s`, убедитесь, что как том, так и aggregate содержат достаточно свободного места для размещения метаданных дедупликации. Для информации о том, сколько места необходимо оставить для этих метаданных, смотрите главу **3.3.2 Объемы хранения метаданных дедупликации**

Репликация в режиме qtree SnapMirror

Когда вы используете qtree SnapMirror совместно с дедупликацией, примите во внимание следующие моменты:

- Дедупликация может быть включена на системе-«источнике», на системе-«получателе» и на обоих концах.
- Как лицензия дедупликации, так и лицензия SnapMirror должна быть установлена на системе, где необходима дедупликация.
- В отличие от volume SnapMirror, в случае qtree SnapMirror не будет экономии сетевого трафика и полосы пропускания, так как система-«источник» отправляет

«раздублированные» данные на систему-«получатель», даже если дедупликация включена и на системе-«источнике».

- Расписание дедупликации не связано с расписанием репликации qtree SnapMirror на источнике или получателе. Расписание дедупликации может быть настроено независимо от расписания qtree SnapMirror.

Как наилучшее решение, NetApp рекомендует выполнять репликацию qtree SnapMirror после окончания дедупликации на томе-источнике. Если репликация qtree SnapMirror начнется в то время, когда процесс дедупликации не окончен на томе-источнике, то тогда вдобавок к передаче измененных со времени предыдущей репликации блоков, могут быть переданы также некоторые неизмененные блоки. Если дедупликация не используется на стороне тома-получателя, то избыточные данные займут на нем лишнее место.

NetApp также *рекомендует* что, если дедупликация используется на стороне тома-источника, то она должна использоваться и на стороне тома-получателя. Однако вам *не обязательно* использовать дедупликацию на томе-источнике, если вы планируете использовать ее только на стороне получателя.

Если вы хотите хранить снимки длительное время (как замену SnapVault, или по другим причинам, например чтобы иметь копии данных на случай аварий), возможно, что дедублированные данные могут оказаться «запертыми» в снимки надолго, и это снизит степень возможной экономии пространства хранения. Эта ситуация возникает, когда пользователь создает снимок вручную, или при помощи `snap sched`.

Наилучшим решением при использовании qtree SnapMirror с дедупликацией будет использовать qtree SnapMirror с минимально возможным количеством снимков (то есть хранить только последнюю по времени версию).

Репликация Qtree SnapMirror с дедупликацией только на стороне источника данных

Исходный дедублированный том может быть реплицирован на не-дедублированный том-получатель с помощью qtree SnapMirror, как показано на рисунке 4.

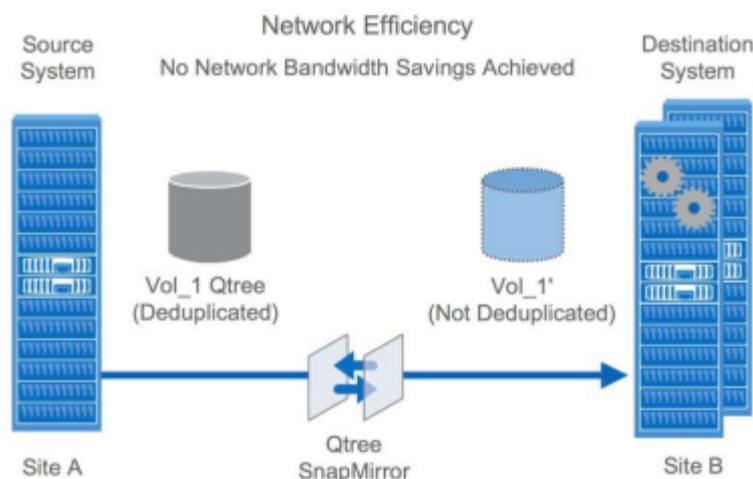


Рисунок 4) Репликация Qtree SnapMirror с дедублированного источника на не-дедублированный получатель.

Помните о следующем:

- Дедупликация лицензируется только на системе-источнике.
- Дедупликация включается, запускается и управляется только на томе-источнике.
- Дедупликация не вызывает в данном случае никакой экономии сетевого трафика или экономии полосы пропускания, так как qtree SnapMirror работает на «логическом» уровне, и посылает по сети «раздедуплицированные» данные.
- Расписание дедупликации **не интегрировано** в расписание qtree SnapMirror, и наоборот; они должны конфигурироваться независимо. Завершение дедупликации **не запускает** передачу qtree SnapMirror, и передача qtree SnapMirror **не включает** процесс дедупликации автоматически.
- Экономия пространства, достигаемая с помощью дедупликации, действует только на систему-источник данных.

Репликация Qtree SnapMirror с дедупликацией только на стороне получателя данных

Исходный не-дедуплицированный том может быть реплицирован на дедуплицированный том-получатель с помощью qtree SnapMirror, как показано на рисунке 5.

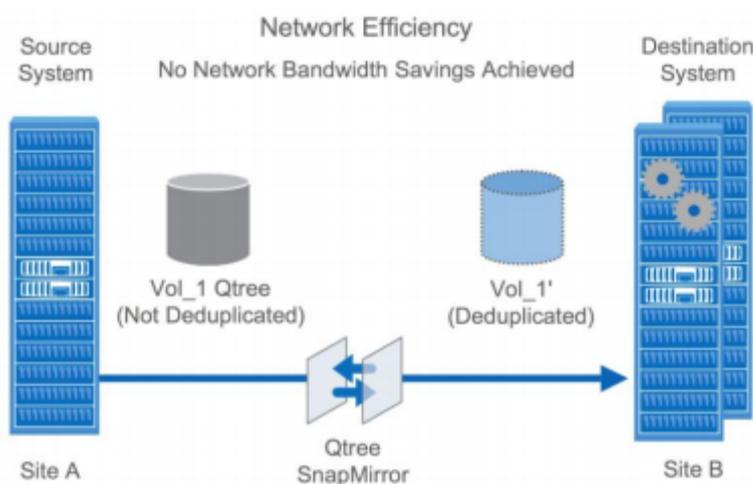


Рис. 5) Репликация Qtree SnapMirror с не-дедуплицированного источника на дедуплицированный получатель.

Помните о следующем:

- Дедупликация лицензируется только на системе-получателе.
- Дедупликация включается, запускается и управляется только на томе-получателе.
- Дедупликация не вызывает в данном случае никакой экономии сетевого трафика или экономии полосы пропускания.
- Расписание дедупликации **не интегрировано** в расписание qtree SnapMirror, и наоборот; они должны конфигурироваться независимо. Завершение дедупликации **не запускает** передачу qtree SnapMirror, и передача qtree SnapMirror **не включает** процесс дедупликации автоматически.
- Экономия пространства, достигаемая с помощью дедупликации, действует только на систему-получатель данных.

Qtree SnapMirror с дедупликацией на источнике и получателе данных

Исходный дедуплицированный том может быть реплицирован на дедуплицированный том-получатель с помощью qtree SnapMirror, как показано на рисунке 5.

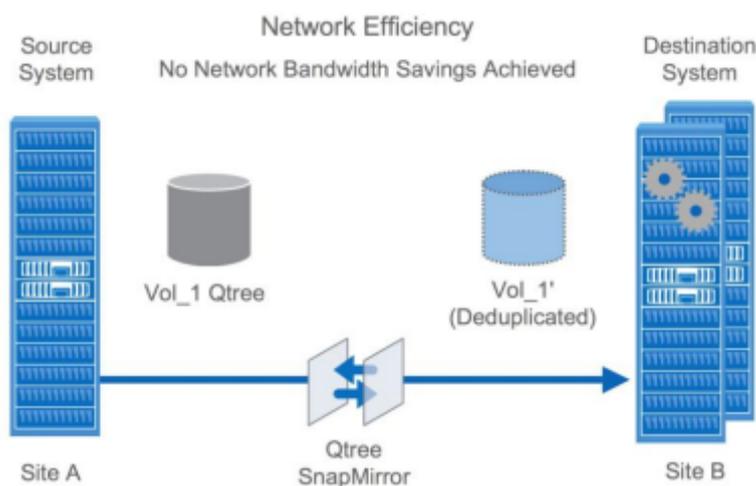


Рис. 5) Репликация Qtree SnapMirror с дедуплицированного источника на дедуплицированный получатель.

Помните о следующем:

- Дедупликация лицензируется как на системе-источнике, так и на системе-получателе.
- Дедупликация включается, запускается и управляется независимо, как на томе-источнике, так и на томе-получателе.
- Дедупликация не вызывает в данном случае никакой экономии сетевого трафика или экономии полосы пропускания, так как репликация происходит на «логическом» уровне и передает «раздедуплицированные» данные.
- Экономия пространства не достигается автоматически, когда происходит репликация qtree SnapMirror (в отличие от volume SnapMirror), так как данные передаются по сети на получатель в «раздедуплицированном» виде. Данные необходимо вновь дедуплицировать на соме-получателе после того, как qtree SnapMirror перенесет их с тома-источника.
- Расписание дедупликации **не интегрировано** в расписание qtree SnapMirror, и наоборот; они должны конфигурироваться независимо.
- Экономия пространства, достигаемая с помощью дедупликации, действует на обоих концах репликации, как на системе-источнике, так и на системе-получателе данных.

4.9 Дедупликация и SnapVault

Поведение при использовании дедупликации совместно с SnapVault похоже на поведение при работе дедупликации с qtree SnapMirror, исключая следующие моменты (для подробностей о различных аспектах запуска дедупликации и работе SnapMirror, смотрите главу **Дедупликация и репликация SnapMirror**).

- Расписание дедупликации на *системе-получателе* **связано** с расписанием SnapVault. Расписание дедупликации на *системе-источнике* **не связано** с расписанием SnapVault, и может быть сконфигурировано для тома независимо, как в случае qtree SnapMirror.
- Каждая передача SnapVault (baseline или инкрементальная) запускает процесс дедупликации на системе-получателе, после того, как создан архивирующий снэпшот.
- Архивирующий снэпшот заменяется новым после того, как заканчивается дедупликация, запущенная на системе-получателе. (Имя нового снэпшота совпадает с именем ранее созданного, но имеет другое время создания)

- Расписание дедупликации на системе-получателе не конфигурируется вручную, и команда `sis start` не работает. Однако на системе-получателе может быть запущена вручную команда `sis start -s`.
- Передача SnapVault не связана с операцией дедупликации; то есть следующему инкрементальному обновлению будет позволено запуститься, даже если процесс дедупликации на системе-получателе все еще работает. В таком случае процесс дедупликации продолжает работать, но архивный снимок не замещается, когда дедупликация закончит работу
- При использовании SnapVault, максимальный размер тома для дедупликации на первичной и вторичной системах не зависит друг от друга. Размеры тома на каждой системе можно устанавливать в соответствии с лимитами для данных систем независимо.
- Protection Manager 3.7 и интеграция SnapVault с дедупликацией не работают оптимально, так как дедупликация заменяет снимки. В результате, Protection Manager ожидает, пока дедупликация закончит работу перед переименованием снимка. Пока Protection Manager ждет, он не позволяет клиентам получить список снимков или восстановиться с них. Такое поведение может ухудшить показатели времени восстановления.

Для подробного обсуждения SnapVault, смотрите **TR-3487, SnapVault Design and Implementation Guide**.

Для подробного обсуждения Protection Manager, смотрите **TR-3710, Protection Manager Best Practice Guide**.

4.10 Дедупликация и SnapVault for NetBackup

Дедупликация **не поддерживается** при работе с SnapVault for NetBackup. Это относится как к структурированным (база данных), так и неструктурированным (файл) типам данных.

Дедупликация в конфигурации, не основанной на SnapVault for NetBackup (например, NetBackup с shared или flexible disk), также **не поддерживается**.

4.11 Дедупликация и Multistore (vFiler)

Начиная с Data ONTAP 7.3, дедупликация поддерживается с MultiStore. В Data ONTAP 7.3, команды дедупликации доступны только в командной строке vFiler0; однако можно указывать любой том в качестве аргумента команды, вне зависимости от того, какой vFiler с этим томом связан.

Начиная с Data ONTAP 7.3.1, команды дедупликации доступны в командной строке любого vFiler, позволяя каждому vFiler конфигурировать себя самостоятельно.

4.12 Дедупликация и SnapLock

Начиная с Data ONTAP 7.3.1, дедупликация полностью поддерживается при использовании со SnapLock, как в режиме enterprise, так и compliance. Если вы планируете использовать SnapLock и дедупликацию NetApp для FAS, следует обратить внимание на следующие моменты:

- Том SnapLock с файлами в режиме WORM может быть дедуплицирован. Экономия пространства будет близка к той, что получается в режиме без WORM. Как дедупликация, так и возможный процесс «отката дедупликации» не вызывает никаких изменений в атрибутах SnapLock или поведении WORM на томе или для файлов.
- Дедупликация работает как для WORM, так и для не-WORM (обычных) файлов.
- Восстановление тома из снимков разрешается только для томов SnapLock enterprise. Когда том восстанавливается из состояния снимка с дедуплицированными данными,

файловая система восстанавливается в состояние на момент создания снимка, включая состояние дедупликации, статусы WORM для тома и файлов.

- File folding будет продолжать работать независимо от WORM и статуса дедупликации файлов.
- Для LockVault™: сделанный снимок становится неудаляемым, до тех пор, пока не истечет заданный для него в политиках срок жизни (retention period).
- На вторичной системе не создаются архивные снимки, пока не закончится дедупликация. Если процесс дедупликации продолжает работать в то время, когда пытается начаться новая передача данных, то эта передача откладывается. Таким образом, использование дедупликации совместно с LockVault может вызвать прерывание расписания выполнения передач с первичной системы. Старайтесь избегать несогласованных расписаний, так как это приведет к неоптимальному результату в экономии пространства.
- Функция Autocommit работает независимо от состояния дедупликации файлов.
- Когда вы используете qtree SnapMirror, дедупликацию необходимо включить независимо как на источнике данных (source), так и на получателе (destination). Атрибуты и свойства WORM перенесутся при qtree SnapMirror. Включение WORM или дедупликации на любом конце передачи данных не влияет на работу qtree SnapMirror. Отмена дедупликации, когда она проведена, также не влияет на процесс ни на стороне источника, ни на стороне получателя данных.
- Когда вы используете volume SnapMirror, атрибуты и свойства WORM для файлов перенесутся в процессе выполнения volume SnapMirror. Дедупликацию достаточно сделать только на стороне источника данных. При volume SnapMirror получатель данных унаследует состояние дедупликации тома источника. Отмена дедупликации на одном из концов репликации возможна только после прекращения отношений репликации volume SnapMirror между томами.
- Для отката версии Data ONTAP на системе, которая несет на себе том с дедупликацией и WORM, дедупликация должна быть отключена и откатена (сделан `sis undo`).
- Если вы откатываетесь на предыдущую версию Data ONTAP, до 7.3.1, которая не поддерживает дедупликацию для томов SnapLock, вы сначала должны выполнить команду `sis undo`. Если команда `sis undo` не будет выполнена до начала процедуры отката версии, вы получите сообщение об ошибке.

Для дополнительных подробностей по использованию SnapLock, смотрите **TR-3263, WORM Storage on Magnetic Disks Using SnapLock Compliance and SnapLock Enterprise**.

4.13 Дедупликация и MetroCluster

Как *stretch* MetroCluster так и *fabric* MetroCluster полностью поддерживаются при дедупликации. При использовании MetroCluster с дедупликацией учитывайте следующие моменты:

- Stretch MetroCluster с дедупликацией поддерживается в Data ONTAP 7.2.5.1 и 7.3.1 или новее.
- Fabric MetroCluster с дедупликацией поддерживается в Data ONTAP 7.2.5.1 и 7.3.1 или новее.
- Дедупликация использует ресурсы CPU, как результат дополнительных операций записи на диск. Увеличение происходит из-за записи на два plaxes. Для большинства типов

контроллеров величина дополнительной нагрузки менее 10%. Влияние более заметно на low-end системах (например, 30xx) чем на high-end (например, 6xxx).

- В режиме кластерного *takeover*, записи на partner volumes будут писаться в логи измененных блоков. Процесс дедупликации не будет работать на partner-томе, пока система находится в takeover mode. После giveback, данные в логах изменений начнут обрабатываться, и данные будут дедуплицированы.
- В takeover mode, записи логов измененных блоков будут выполняться, пока для них есть место. Это может случиться в случае длительного нахождения кластерной системы в режиме takeover, например, в случае серьезной аварии. Все данные будут по-прежнему оставаться доступными, вне зависимости от состояния логов изменений.
- Узел кластера в takeover mode будет перехватывать обслуживание ввода-вывода, идущего на partner volumes, также как в случае с логами изменений. В результате это ведет к дополнительному использованию ресурсов контроллера системы, которое может потребовать дополнительного учета и настройки.
- Только часть команд дедупликации доступна для partner volumes в случае takeover mode. Для списка команд, смотрите раздел **Дедупликация и кластерная active-active конфигурация**.
- Дедупликация должна быть лицензирована на обоих узлах кластера.

Для более подробного изучения темы использования MetroCluster, смотрите **TR-3548, MetroCluster Design and Implementation Guide**.

4.14 Дедупликация и шифрование данных

В случае совместного использования систем шифрования DataFort и дедупликации NetApp для систем FAS, необходимо принять во внимание следующие моменты:

- Шифрование устраняет избыточность данных. В результате, зашифрованные данные обычно дают предельно малую экономию пространства при проведении дедупликации.
- Дедупликация может быть запущена на зашифрованных данных, однако результаты экономии места будут близки к 0%.
- Так как шифрование может быть установлено на часть хранимых данных, возможно создать том, где только часть данных будет зашифрована, если дедуплицировать такой том, то следует ожидать эффекта экономии в 0% для данных, подвергнутых шифрованию, однако для остальных, нешифрованных данных, дедупликация может быть эффективна обычным образом.

4.15 Дедупликация и LUN-ы

При использовании дедупликации NetApp в файловой среде (по NFS/CIFS), она происходит логично и автоматически; когда дублирующийся блок освобождается, то он отмечается как свободный, и когда система хранения видит такой свободный блок, то он добавляется в доступное пространство для всего тома.

Дедупликация в блочном доступе (по FCP/iSCSI) для LUN несколько более сложная. Это связано с тем, что часто для LUN используется резервирование пространства (space guarantees) и *fractional reservations*. Когда используется резервирование пространства, то, например, LUN размером 500GB создается использующим ровно 500GB физического пространства дискового хранилища. Если количество использованных блоков данных в этом LUN уменьшится в ходе дедупликации,

LUN по-прежнему будет занимать прежний размер физического пространства в 500GB, и экономия места на томе не будет видна пользователю.

Резервирование пространства для LUN (space guarantees) и fractional reserves могут быть сконфигурированы таким образом, что использование системой хранения NetApp освобожденных блоков будет зависеть от выбранной конфигурации. В разных комбинациях параметров, освобожденные блоки будут возвращаться в резерв перезаписи для LUN (LUN overwrite reserve), пул свободных блоков тома, в пул свободных блоков aggregate, или в их комбинацию.

Эта глава описывает пять различных примеров конфигурирования LUN и поведения дедупликации, как перечислено в таблице 7.

Table 7) LUN configuration examples (as described below).

	A	B	C	D	E
LUN Space Guarantee	Да	Да	Да	Нет	Нет
Значение fractional reserve	100	1-99	0	Любой	Любой
Thin Provisioned?	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Куда попадают высвобожденные блоки	Fractional overwrite reserve	Fractional overwrite reserve + Volume free pool	Volume free pool	Volume free pool	Aggregate free pool

Определения

- Fractional overwrite reserve: Место, доступность которого гарантируется Data ONTAP в случае возникновения необходимости перезаписать блоки в LUN, когда выбрана установка space guarantee = Yes. Поведение параметра fractional reserve space для дедупликации такое же, как если снэпшот создан на томе, и блоки были перезаписаны.
- Volume free pool: Это массив свободных блоков на томе, содержащем LUN. Эти блоки могут быть распределены, когда появится необходимость в месте.
- Aggregate free pool: Это массив свободных блоков на aggregate на котором размещается том и LUN. Эти блоки могут быть распределены, когда появится необходимость в месте.

Примеры конфигурирования LUN

Configuration A: Конфигурация по умолчанию

Конфигурирование по умолчанию для использования LUN в NetApp. (Наилучшее решение для всех LUN-ов – выключить снэпшоты, удалить все расписания создания снэпшотов, и установить snap reserve в 0.)

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. LUN space reservation value = on | Default = on |
| 2. Volume fractional reserve Value = 100 | Default = 100% |
| 3. Volume guarantee = volume | Default = volume |
| 4. Snap reserve = 0% | Default = 20% |
| 5. Autodelete = off | Default = off |
| 6. Autosize = off | Default = off |
| 7. Try_first = volume_grow | Default = volume_grow |

Описание: Когда дедуплицируется том с LUN-ом с конфигурацией «по умолчанию», администратор системы хранения не увидит в результате на томе больше свободного места, так как LUN создается по умолчанию с параметрами *space reserved* и *fractional reserve* установлен в 100% тома. Любые блоки, которые освобождаются в ходе дедупликации, переходят в область *fractional reserve*. Такая конфигурация означает, что процесс перезаписи содержимого LUN никогда не оборвется из-за недостатка места, даже если весь он будет целиком перезаписан.

За и против: Преимущества этой конфигурации в том, что снимки занимают меньше места, когда блоки в активной файловой системе больше не используются. В результате такой том может содержать больше снимков. Недостатком такой конфигурации является то, что освобожденные блоки не возвращаются в пул свободных блоков тома или aggregate. Кроме этого нет прямой экономии места на активной файловой системе — на практике такая конфигурация может потреблять больше места на томе, так как записываются новые *indirect*-блоки, если на томе не используются снимки и расписание снимков выключено.

Внимание: Если снимки для этого тома выключены (и снимков на томе нет), то это не рекомендуемая конфигурация для тома, при использовании на нем дедупликации.

Configuration B: Конфигурация LUN для экономии пространства тома

Если пользователь хочет возвращать освобожденный в результате дедупликации блоки как во *fractional overwrite reserve area* так и в пул свободных блоков тома, это может быть достигнуто следующей конфигурацией:

1. LUN space reservation value = on
2. Volume fractional reserve value = любое значение от 1 до 99
3. Volume guarantee = volume
4. Snap reserve = 0%
5. Autodelete = off
6. Autosize = off
7. Try_first = volume_grow

Описание: Единственная разница между этой конфигурацией и ранее рассмотренной конфигурацией А, это количество пространства, резервированного для перезаписи блоков, основанного на значении *fractional reserve* для тома. В результате эта конфигурация делит освобожденные блоки между *fractional overwrite reserve* и свободным пространством тома. Например, если *fractional reserve* равен 25, то 25% высвобожденных блоков поступят во *fractional overwrite reserve*, а 75% - в пул свободных блоков тома.

За и против: Преимуществом этой конфигурации является то, что *overwrite space reserve* не увеличивается для каждого дедуплицированного блока. Высвобожденные блоки распределяются между пулом свободных блоков тома и *fractional reserve*. Недостатком этой конфигурации является то, что перезаписи LUN вне емкости *fractional reserve* могут завершиться с ошибкой, так как высвобожденные блоки могут уже быть распределены. Другим недостатком является то, что высвобожденные блоки остаются в пространстве тома, и не могут быть перераспределены в другой том на том же aggregate.

Внимание: Если снимки для этого тома выключены (и снимков на томе нет), и процент экономии при дедупликации меньше, чем *fractional reserve*, то это **не рекомендуемая** для использования на нем дедупликации конфигурация тома.

Configuration C: Конфигурация LUN для максимальной экономии пространства тома

Если пользователь хочет, чтобы все высвобождаемые при дедупликации блоки поступали в пул свободных блоков тома, это может быть достигнуто следующей конфигурацией:

1. LUN space reservation value = on
1. Volume fractional reserve value = 0
2. Volume guarantee = volume
3. Snap reserve = 0%
4. Autodelete = off
5. Autosize = off
6. Try_first = volume_grow

Описание: Единственная разница между этой конфигурацией и конфигурацией В в том, что значение *fractional reserve* установлено в ноль. В результате, эта конфигурация принудительно передает все освобожденные при дедупликации блоки в пул свободных блоков тома, и не выделяет блоки для *fractional reserve*.

За и против: Преимуществом этой конфигурации является то, что все высвобождаемые блоки поступают в пул свободных блоков тома. Недостаток в том, что выше шанс получить сбой при перезаписи содержимого LUN из-за исчерпания места, чем в случае конфигураций А и В, так как освобожденные блоки не поступают во *fractional overwrite area*.

Configuration D: Конфигурация LUN для максимальной экономии пространства тома

Если пользователь хочет, чтобы все высвобождаемые при дедупликации блоки поступали в пул свободных блоков тома, это может быть достигнуто следующей конфигурацией:

1. LUN space reservation value = off
2. Volume fractional reserve value = any value from 0–100
3. Volume guarantee = volume
4. Snap reserve = 0%
5. Autodelete = off
6. Autosize = off
7. Try_first = volume_grow

Описание: Разница между этой конфигурацией и конфигурацией С в том, что LUN не использует резервирование пространства. Со значением *LUN space guarantees off*, величина *volume fractional reserve* игнорируется для всех LUNs на томе. С точки зрения дедупликации нет разницы между этой и предыдущей конфигурацией, и все высвобождаемые блоки поступают в пул свободных блоков тома.

За и против: С точки зрения дедупликации эта конфигурация имеет как преимущества, так и недостатки перед конфигурацией С.

Configuration E: Конфигурация LUN для максимальной экономии пространства Aggregate

Во многих случаях пользователь может предпочесть отдавать высвобождаемые блоки на томе в пространство свободных блоков на aggregate. Это достигается следующей конфигурацией:

1. LUN space reservation value = off
2. Volume fractional reserve value = любое значение от 0 до 100

3. Volume guarantee = none
4. Snap reserve = 0%
5. Autodelete = on
6. Autosize = on
7. Try_first = volume_grow

Описание: Эта конфигурация передает высвобождаемые блоки в пул свободных блоков агрегейта, откуда они могут быть использованы любым томом на этом aggregate.

За и против: The advantage of this configuration is that it provides the highest efficiency in aggregate space provisioning. Она также использует возможность *thin provisioning* в Data ONTAP, *volume autosize* и *Snapshot autodelete*, чтобы помочь управлять пространством в вашем решении хранения.

Недостаток ее состоит в том, что эта конфигурация требует от администратора системы хранения наблюдать за доступным свободным пространством на aggregate. С включенными параметрами *volume autosize* и *Snapshot autodelete*, том сначала пытается расшириться, если для этого есть место, если нет, то удалит снэпшоты, начиная с самого старого.

5 Дедупликация и VMware

Данные системы VMware дедуплицируются особенно хорошо. Однако, используя дедупликацию для VMDK, следует помнить о следующих моментах:

- VMDK содержащие операционную систему дедуплицируются особенно хорошо, так как бинарные файлы, патчи и драйвера обычно идентичны между разными экземплярами виртуальных машин (VM). Максимальный эффект можно получить храня такие виртуальные диски на одном томе.
- VMDK с бинарными файлами приложений дедуплицируются с разными степенями эффекта. Идентичные приложения дедуплицируются очень хорошо, приложения от одного производителя, как правило, используют одни и те же библиотеки; приложения, написанные разными производителями дедуплицируются не так хорошо
- Данные приложений дедуплицируются с различными показателями эффективности и экономии пространства, а также влияния на производительность. Требуется произвести внимательную и всестороннюю оценку, как и для не виртуализированной среды, перед тем, как принимать решение о хранении данных на дедуплицированном томе.
- Временные файлы, такие как своп-файлы, файлы подкачки, временные директории пользователей и системы, обычно не дедуплицируются, и, потенциально, при дедупликации могут лишь добавить излишнюю загрузку системе. Поэтому NetApp рекомендует хранить такие файлы на отдельном VMDK и на недедуплицированном томе.
- Версия Data ONTAP 7.3.1 включает в себя улучшающее производительность дополнение, под названием *warm cache extension for zero blocks*. Это используется в среде VM, где во множество блоков записываются нули, в результате инициализации системы. Такие блоки распознаются как дубликаты, и дедуплицируются с очень высокой степенью эффективности. Средство *warm cache extension enhancement* обеспечивает увеличение производительности последовательного чтения для случаев, когда имеется очень много дедуплицированных блоков. Примеры приложений с последовательным чтением, получающих большую выгоду от такого средства, это NDMP, SnapVault, некоторые

приложения, использующие NFS и dump. Оно также дает большие преимущества при загрузке систем с использованием VDI.

Следует ожидать экономии пространства хранения как минимум в 30%. Это довольно пессимистичная и округленная вниз оценка, во многих случаях пользователи достигали величин экономии и до 80%. Основной фактор это количество данных приложений. Новые инсталляции обычно дедуплицируются предельно хорошо, так как не содержат значительного количества индивидуальных и уникальных данных приложений.

Важно: В VMware, вам необходимо правильно создать и выровнять партиции виртуальных дисков (это важно не только для дедупликации). VMware должен быть сконфигурирован так, чтобы файлы VMDK были выровнены по границе блока WAFL размером 4К. Чтобы предотвратить негативное влияние ошибок при выравнивании партиций виртуальных дисков, смотрите документ **TR-3428, NetApp and VMware Best Practices Guide**. Также отметьте, что приложения, на производительность которых сильно влияет дедупликация, когда они работают без VMware, скорее всего будут иметь тот же эффект и при работе под VMware.

Дедупликация при использовании подключения VMware по NFS проста и понятна. Использование дедупликации с VMware, подключенной к LUN-ам, требует немного больше усилий. Для подробностей смотрите главу **4.10 Дедупликация и LUN**.

Следующая глава описывает различные способы конфигурирования VMware. Для дополнительных сведений об использовании систем хранения NetApp под VMware, смотрите **TR-3428, NetApp and VMware Virtual Infrastructure 3 Storage Best Practices**.

5.1 Раздел VMFS по FibreChannel или iSCSI: один LUN

Это конфигурация по умолчанию, по этой причине она используется на множестве инсталляций VMware повсюду. Дедупликация происходит на множестве VMDK одновременно.

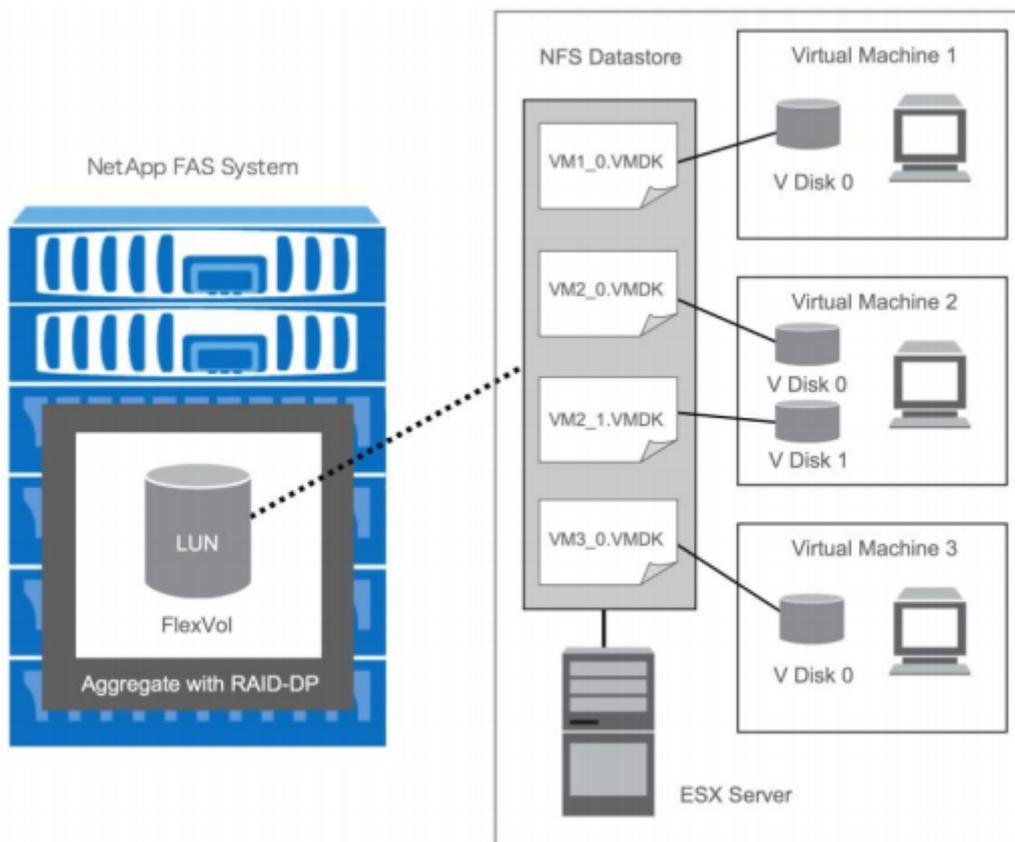


Рис 7) Раздел VMFS по Fibre Channel или iSCSI — один LUN.

5.2 Подключение виртуальных дисков VMware по NFS

Это относительно новый вариант использования, который стал доступен, начиная с VMware ESX 3.0. Пока количество таких инсталляций невелико, но быстро растет. Такой вариант просто сконфигурировать, и дедупликация дает большой эффект в экономии пространства.

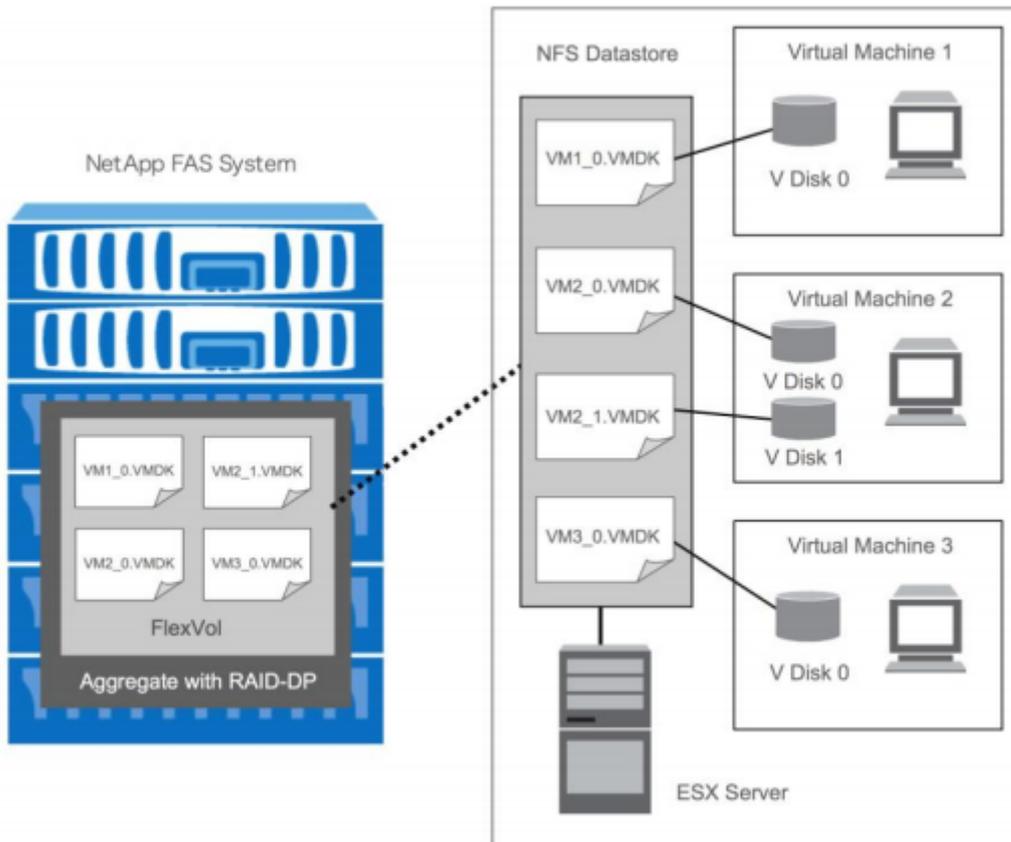


Figure 8) Виртуальные диски VMware через NFS.

5.3 Дедупликация архивов VMware

Хорошим и испытанным вариантом использования дедупликации является применение ее при архивировании образов VMware. Рисунок 9 показывает пример такой реализации.

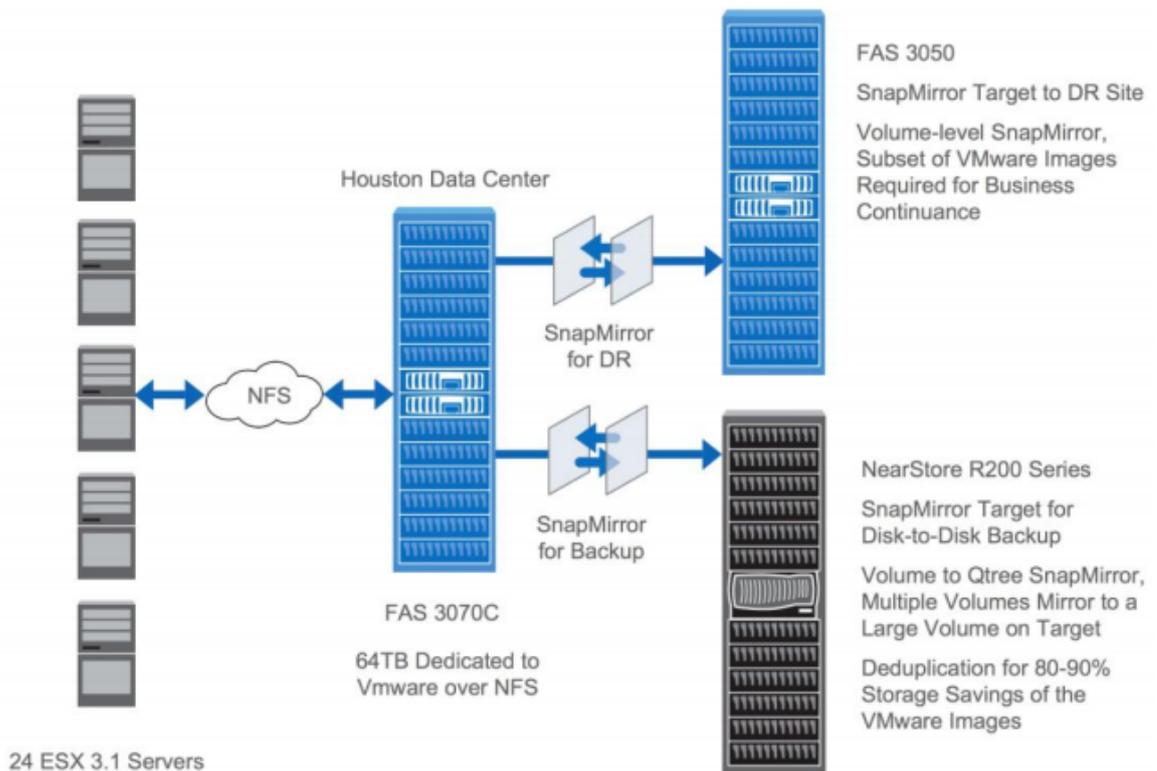


Рис. 9) Архивирование VMware с дедупликацией.

Детали по схеме, приведенной на рисунке 9:

- VMware подключается по NFS.
- Система использует примерно 1800 клонированных копий мастер-образа OS. Эти образы использованы для создания виртуальных машин для рабочих применений, для тестирования и разработки.
- Все 1800 клонированных копий (~32TB) размещены на FAS3070 в датацентре в Houston.
- Данные реплицируются на удаленный сайт в Austin.
- Раз в час образы с FAS3070 передаются на R200 с помощью SnapMirror.
- Дедупликация запускается ночью на R200, и образы VMware уменьшаются на 80 - 90%.

6 Дедупликация и Sharepoint

Если планируется использовать вместе MS SharePoint® и дедупликацию NetApp для FAS, необходимо принять во внимание следующие моменты:

- Убедитесь, что на томе есть достаточно места перед выполнением команды `sis on`. Если команда `sis on` выполняется на томе, который уже содержит данные, и полностью ими заполнен, то в результате она сообщит о невозможности выполнения. Необходимо иметь свободными не менее 6% от общего объема данных на томе для размещения метаданных дедупликации.
- Дедупликация прозрачна для SharePoint. Изменения на блочном уровне не понимаются SharePoint, так что база SharePoint не изменится в размерах, даже если экономия места будет присутствовать на уровне тома данных.

7 Дедупликация и Exchange

Если планируется использовать вместе MS Exchange и дедупликацию NetApp для FAS, необходимо принять во внимание следующие моменты:

- В некоторых системах на Exchange используются экстененты (extents), чтобы улучшить производительность проверки целостности базы данных. Включение использования экстенентов не перераспределяет блоки, которые используются совместно разными файлами, при использовании дедупликации. Когда использование экстенентов включается на дедуплицированном томе, это делает невозможным сколь-нибудь предсказуемую оптимизацию чтения, по этой причине нет причин использовать их совместно с дедупликацией.

Для подробностей относительно использования Exchange, смотрите **TR-3578 Microsoft Exchange Server 2007 Best Practices Guide**.

8 Дедупликация и Tivoli Storage Manager (TSM)

Если планируется использовать вместе Tivoli Storage Manager (TSM) и дедупликацию NetApp для FAS, необходимо принять во внимание следующие моменты:

- Экономия при дедупликации данных резервных копий TSM не будет оптимальной, так как TSM не проводит выравнивание блоков данных, которые записываются на том. Результатом является то, что меньше дублирующихся блоков будут доступны для дедупликации.
- TSM сжимает данные резервных копий, которые копируются с клиентов, чтобы сэкономить полосу пропускания. Сжатые данные обычно плохо поддаются дедупликации.
- TSM шифрует данные на стороне клиента. Зашифрованные данные обычно плохо поддаются дедупликации.
- Методика «progressive backup», использованная в TSM, копирует только новые и измененные файлы, что само по себе снижает количество дубликатов данных.

9 Дедупликация и Symantec Backup Exec

Если планируется использовать вместе Symantec™ Backup Exec™ и дедупликацию NetApp для FAS, необходимо принять во внимание следующие моменты:

- Экономия при дедупликации данных резервных копий Backup Exec не будет оптимальной, так как Backup Exec не проводит выравнивание блоков данных, которые записываются на том. Результатом является то, что меньше дублирующихся блоков будут доступны для дедупликации.

10 Дедупликация и Lotus Domino

Если планируется использовать вместе Lotus Domino и дедупликацию NetApp для FAS, необходимо принять во внимание следующие моменты:

- Сообщается о случаях снижения производительности при чтении на дедуплицированных данных Lotus Domino. Это замечание приводится в настоящее время только для предупреждения, и ведутся дальнейшие работы по исследованию возможных источников возникновения этого эффекта.

11 Решение проблем

Этот раздел рассматривает некоторые проблемы, которые иногда возникают при конфигурировании и применении дедупликации.

11.1 Лицензирование

Убедитесь, что дедупликация правильно лицензирована, и, если используемая платформа не R200, убедитесь, что лицензия на опцию NearStore также правильно введена:

```
fas3070-rtp01> license
...
a_sis <license key>
nearstore_option <license key>
...
```

Если лицензии удалены или истекли, то невозможно продолжение работы дедупликации, а команда `sis` не запускается.

Однако том остается при этом в дедуплицированном состоянии, все записанные данные продолжают на нем храниться и по-прежнему доступны.

Дедупликацию необходимо выключить до удаления лицензии дедупликации. Перед удалением лицензии дедупликации вам нужно отключить дедупликацию на всех томах с помощью команды `sis off`. Если вы попытаетесь удалить лицензию без выключения дедупликации, вы получите предупреждающее сообщение.

Заметьте: Все дедуплицированные тома, процесс на которых завершился до удаления лицензии, останутся неизменными, в дедуплицированном состоянии.

11.2 Размер томов

Дедуплицируемый том не может быть больше заданных для данного типа контроллера размеров, причем на протяжении всей его жизни (например, если вы создали том больше заданного лимита, и впоследствии его уменьшили, вы по-прежнему не сможете включить на нем дедупликацию). Если вам надо дедуплицировать том, который, в какой-то момент своей жизни был больше, чем заданный лимит, то вам придется создать новый том, размером ниже заданного для типа контроллера лимита, включить на нем дедупликацию, и перенести на него данные существующего тома.

Ниже пример сообщения о том, что том слишком велик (или был создан слишком большим и уменьшен) для дедупликации:

```
london-fs3> sis on /vol/projects
```

```
Volume or maxfiles exceeded max allowed for SIS: /vol/projects
```

11.3 Логи и сообщения об ошибках

Логи дедупликации располагаются по адресу:

```
/etc/log/sis
```

Сообщения об ошибках с описанием:

Registry errors: Проверьте, не переполнен ли `vol10` (только для Data ONTAP 7.2.X).

Metafile op errors: Проверьте, не переполнен ли том (в Data ONTAP 7.2.X).

Metafile op errors: Проверьте, не переполнен ли `aggregate` (в Data ONTAP 7.3.X).

License errors: Проверьте, установлены ли лицензии.

Change log full error: Выполните команду `sis start` для того, чтобы опустошить метафайлы логов изменений

11.4 Нет ожидаемого эффекта экономии пространства

Если вы запускаете дедупликацию на томе, который содержит хорошо дедуплицирующиеся данные, однако не видите ожидаемого эффекта экономии пространства хранения, то, вероятнее всего, на нем имеется множество снапшотов, которые залокировали множество блоков данных

файловой системы. Особенно часто это происходит, когда дедупликация запускается на томе с уже существующими данными.

Воспользуйтесь командой `snap list`, чтобы увидеть какие снимки существуют на этом томе и `snap delete` чтобы их удалить. Другой вариант – подождать пока срок хранения снимков истечет, и тогда свободное место высвободится. (смотри главу **4.1, Дедупликация и снимки**).

11.5 Отмена дедупликации для flexible-тома

Возможно, и это относительно несложно, отменить дедупликацию данных для тома, на котором она была проведена, и вернуть его в обычное, недедуплицированное состояние. Это может быть сделано в состоянии тома online, как описано ниже.

Выключение дедупликации для тома.

Внимание: Эта команда останавливает запись отпечатков в лог изменений, когда новые данные пишутся на том. Если после выполнения этой команды возникает необходимость вновь начать использование дедупликации, то необходимо произвести пересканирование данных на томе командой `sis start -s`.

```
sis off <flexvol>
```

Используйте следующую команду² для отмены дедупликации и восстановления содержимого дублирующихся блоков:

```
sis undo <flexvol>
```

Когда эта команда выполнится, будут удалены файлы базы отпечатков и логи измененных блоков.

Пример вывода консоли при отмене дедупликации тома:

```
r200-rtp01> df -s /vol/VolReallyBig2
/vol/VolReallyBig2/  20568276    3768732        15%
r200-rtp01> sis status /vol/VolReallyBig2
Path                State      Status      Progress
/vol/VolReallyBig2  Enabled   Idle        Idle for 11:11:13
r200-rtp01> sis off /vol/VolReallyBig2
SIS for "/vol/VolReallyBig2" is disabled.
r200-rtp01> sis status /vol/VolReallyBig2
Path                State      Status      Progress
/vol/VolReallyBig2  Disabled  Idle        Idle for 11:11:34
r200-rtp01> sis undo /vol/VolReallyBig2
```

² Эта опция команды `sis` доступна только в специальном режиме «diag mode», доступ к которому осуществляется командой `priv set diag`

```
Wed Feb 7 11:13:15 EST [waf1.scan.start:info]: Starting SIS volume scan
```

```
on volume VolReallyBig2.
```

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolReallyBig2
```

Path	State	Status	Progress
/vol/VolReallyBig2	Disabled	Undoing	424 MB Processed

```
r200-rtp01> sis status /vol/VolReallyBig2
```

```
No status entry found.
```

```
r200-rtp01> df -s /vol/VolReallyBig2
```

Filesystem	used	saved	%saved
/vol/VolReallyBig2/	24149560	0	0%

Внимание: Если запускается команда `sis undo` и отсутствует достаточно места для отката состояния дедубликации, то процесс останавливается, отсылается сообщение о нехватке места, и том остается в дедуплицированном состоянии. Воспользуйтесь командой `df -s` чтобы понять, сколько свободного места у вас на самом деле есть, и тогда удалите избыточные данные, или снапшоты, чтобы получить достаточно свободного места.

11.6 Дополнительные сведения с помощью `sis stat -l`

Для сбора дополнительных сведений о состоянии дел, вы можете использовать команду перевода в «diag mode»: `priv set diag` и после этого команду `sis stat -l` для получения длинного (long), детального листинга. Ниже описание некоторых дополнительных возможностей команды `sis stat`:

- Когда отсутствует имя тома, то команда выполняется для всех использующих дедубликацию томов.
- `-l` выводит все детали о томе.
- `-b` показывает данные использования пространства дисков, и сэкономленное пространство в блоках.
- `-v` показывает данные использования пространства дисков, и сэкономленное пространство в байтах; если команда `stat` запускается без опций, то она выполняет опции `-iv`.
- `-g` выводит всю информацию о дедуплицированных блоках и состоянии буферов лога изменений.
- `-lv` создает справочную гистограмму, которая может использоваться для углубленного поиска причин проблем с помощью NetApp Global Support.

Block sharing histogram

Гистограмма показывает, сколько блоков расположены один возле другого.

Refcount histogram

Гистограмма показывает общее количество ссылок на блоки. Она показывает количество блоков, на которые есть одна, две, три, и так далее ссылок

12 Дополнительные источники информации и справочники

TR-3446, SnapMirror Async Best Practices Guide

TR-3705, NetApp and VMware VDI Best Practices

TR-3702, NetApp and Microsoft Virtualization Best Practices

TR-3742, Using FlexClone to Clone Files and LUNs

TR-3701, NetApp and Microsoft Virtualization: Making Integrated Server and Storage Virtualization a Reality

TR-3694, NetApp and Citrix XenServer 4.1: Building a Virtual Infrastructure from Server to Storage

TR-3428, NetApp and VMware Virtual Infrastructure 3 Storage Best Practices

WP-7053, The 50% Virtualization Guarantee Program Technical Guide

TR-3465, SnapVault for NetBackup Deployment and Implementation Guide

TR-3487, SnapVault Design and Implementation Guide

TR-3483, Thin Provisioning in a NetApp SAN or IP SAN Enterprise Environment

TR-3548, MetroCluster Design and implementation

TR-3263, WORM Storage on Magnetic Disks Using SnapLock Compliance and SnapLock Enterprise

NetApp Data Online Backup and Recovery Guide