

# Решения по дедупликации данных

**Обзор наиболее быстрорастущего сектора рынка — решений по дедупликации данных. Рассматриваются особенности и полнота решений пяти вендоров, представленных на рынке Россия/СНГ.**

## Введение

Технологии дедупликации данных появились на рынке еще 5 лет назад, но наиболее широко стали использоваться и продвигаться лишь с 2007 г. Среди вендоров, в портфеле которых в составе решений по поддержке доступности данных интегрированы технологии дедупликации (представленные на региональном рынке), можно назвать следующих: EMC (SN № 2/31, 2007 — “EMC Avamar: резервное копирование с глобальным исключением дубликатов”), Symantec, NetApp, HP, Data Domain, FalconStor. Помимо названных, в России также продвигались решения компании Diligent Technologies через ее OEM-партнера — Hitachi Data Systems. В апреле 2008 г. Diligent Technologies была приобретена IBM, которая также решила присоединиться к общей тенденции. Завершение интеграции технологий Diligent в состав Tivoli Storage Manager, а также в ряд других продуктов ожидается уже к концу лета 2008 г. По заявлениям представителей HDS, никаких изменений в политике продаж ее решений, использующих технологии Diligent, в ближайшем будущем не будет.

Общей предпосылкой развития использования методов дедупликации является стремление максимально снизить постоянно возрастающий объем данных, который требуется резервировать в целях поддержания их доступности, и, соответственно, ТСО этих сервисов. Так, в крупных компаниях только ежедневный объем резервируемых данных может составлять многие терабайты, а еженедельных — десятки терабайт.

В этих условиях использование технологий дедупликации может на порядок снизить объемы сохраняемых данных, одновременно в разы улучшая показатели RTO<sup>1)</sup>/RPO<sup>2)</sup>.

Так, согласно результатам недавнего исследования<sup>3)</sup> среди 152 компаний из рейтингового списка Fortune 1000, проведенного аналитической компанией TheInfoPro, 56% опрошенных респондентов в 2007 г. вложили дополнительные средства в ПО категории “data de-duplication” по сравнению с анало-

гичными инвестициями 2006 г., и IT-расходы компаний по этой статье, как ожидается, в 2008 г. продолжат свой рост.

Основная направленность технологий дедупликации — оптимизация методов резервного копирования/восстановления файловых систем и данных приложений, но, в отличие от традиционных решений, она достигается с гораздо большей интеллектуальностью и меньшими накладными затратами. С этой точки зрения, дедупликация позиционируется как альтернатива традиционной схеме полного/инкрементального/дифференциального резервного копирования. В отличие от последней, решения по дедупликации строятся на гораздо более глубоком анализе данных. Подлежащие резервному копированию данные делятся на сегменты размером порядка 18 Кбайт. Для каждого такого сегмента производится вычисление хэш-функции, и в случае, если аналогичный сегмент уже был сохранен ранее, сохраняется только ссылка на его или его идентификатор. При реализации технологии дедупликации наиболее ресурсоемкий только первый бэкап, когда формируется хэш-таблица. Дальнейшее бэкапирование уже занимает минимальное время.

Как показывают оценки, проведенные компанией Data Domain<sup>4)</sup>, технологии дедупликации по коэффициенту уменьшения бэкапируемого файла от первоначального стоят на “вершине” различных схем резервирования данных (табл. 1).

**Табл. 1.** Сравнение различных технологий бэкапирования по коэффициенту уменьшения бэкапируемого файла от первоначального

Full Backup	100%, all data backed up each time
Incremental/differential	5% for files, 100% for databases
Mirroring	5%, changes absorbed into each mirror
Snapshot, CDP	5%, only changes stored
Deduplication	< 1%, eliminates redundant data and compresses original occurrence

Можно выделить 3 варианта реализации механизма дедупликации в зависимости от того, где она выполняется:

- на уровне рабочей станции или группы локальных компьютеров;
- на уровне файлового сервера;
- на целевом устройстве бэкапирования (как правило, виртуальная библиотека).

Первая и вторая реализации требуют инсталляции агентов, интеграции с установленным ПО и позволяют максимально

снизить нагрузку на сеть (локальную/WAN). Последняя отличается максимально простой имплементацией и, как правило, полностью совместима с уже установленным ПО бэкапирования. Необходимо заметить, что в настоящее время механизмы дедупликации непосредственно не устанавливаются на “тяжелые” UNIX-сервера, хотя разработки в этом направлении ведутся.

К настоящему времени на рынке представлено уже достаточно много самых различных решений дедупликации, позиционируемых для разных сегментов рынка. Среди них — как аппаратно-программные, так и чисто программные решения. Выбор решения дедупликации в каждом случае зависит от множества факторов, приоритетность которых определяется в каждом случае отдельно.

Среди основных преимуществ, которые несут решения по дедупликации, следующие:

- значительное снижение объемов резервируемых данных;
- снижение ТСО операций резервного копирования/восстановления и повышение эффективности их выполнения/управления;
- существенное сокращение разрыва в стоимости использования дисков и ленточных накопителей в качестве носителей резервных копий — диски становятся даже более экономичными в сравнении с решениями, реализующими традиционное копирование;
- значительное снижение нагрузки на сети (локальные, глобальные) при резервировании/восстановлении (есть специфика для классов решений);
- появляется возможность (для ряда решений) исключить дублирующиеся блоки данных, хранящиеся не только на конкретном компьютере или на группе компьютеров, но и во всей распределенной инфраструктуре хранения — т.н. глобальная дедупликация всего объема данных.

## Обзор рынка Решения EMC

Компания EMC одна из первых стала предлагать решения дедупликации на российском рынке. И сейчас в ее порт-

<sup>1)</sup> RTO (Recovery Time Objectives) — требуемое время восстановления объекта;

<sup>2)</sup> RPO (Recovery Point Objectives) — периодичность сохранения данных объекта, подлежащего восстановлению;

<sup>3)</sup> Отчет “Wave 10 Storage Study”, ноябрь 2007 г., компания TheInfoPro;

<sup>4)</sup> “IT Users Discuss New Ways to Protect Enterprise Data”, Data Domain, сент. 2006 г.

феле несколько линеек решений, построенных на разных технологиях дедупликации и наиболее полно охватывающих все возможные применения.

**Первую** технологию дедупликации EMC приобрела в конце 2006 г., купив компанию Avamar Technologies – разработчика ПО для дедупликации данных “на источнике” при их резервном копировании – и уже с мая 2007 г. стала активно продвигать одноименный продукт в своих решениях. Данное решение можно использовать в самых разных применениях, оптимизируя процедуры резервного копирования/восстановления на дисках как локально, так и в глобально распределенных IT-инфраструктурах.

Физически EMC Avamar представляет собой программно-аппаратный комплекс, который состоит из ядра – сервера Avamar – и программных агентов, устанавливаемых на сервера приложений, и поддерживающих резервное копирование в LAN/WAN-средах.

Ключевым элементом решения EMC Avamar являются патентованные технологии дедупликации данных “на источнике”. Они реализованы в программных агентах, устанавливаемых на серверах приложений. Данные, подлежащие резервному копированию, разбиваются на сегменты переменной длины (в среднем, 12–16 Кбайт) и для каждого сегмента производится вычисление хэш-функции. В случае, если аналогичный сегмент уже был сохранен ранее, на сервер Avamar будет передан только 20-байтный идентификатор сегмента. Важно отметить, что эта технология позволяет исключить дублирующиеся блоки данных, хранящихся не только на конкретном компьютере или на группе компьютеров – фактически проводится глобальная дедупликация всего объема данных, хранящихся на всех системах – клиентах EMC Avamar. При этом весь анализ проводится непосредственно на клиенте (источнике), а по сети передаются только дедуплицированные данные (в случае передачи по глобальной сети данные шифруются). Каждый клиент Avamar содержит собственный локальный кэш, содержащий таблицу переданных сегментов и индекс обработанных файлов данных. Общее название патентованной EMC технологии, включающей комбинацию инкрементального резервного копирования, ограничение избыточности данных и компрессию данных, звучит как “технология глобальной дедупликации данных с однократным хранением” (global data de-duplication and single instance storage).

За счет этих особенностей удается минимизировать нагрузку на сервер во время сессии резервного копирования (на обычном файловом сервере она обычно занимает не более нескольких минут) и кардинально уменьшить объем передаваемых данных по сравнению с традиционным инкрементальным, и, тем более, полным копированием.

Первоначально на сервер EMC Avamar передается полная копия данных указанных серверов приложений. Но это уже копия полностью дедуплицированных файлов, что (по заявлениям разработчика) позволяет сразу экономить до

30% первичного объема данных. А далее в процессе резервного копирования передаются только отдельные измененные сегменты данных.

Статистика объема ежедневно пересылаемых изменений в сравнении с общим объемом данных (по данным EMC) приведена в табл. 2. При этом результатом каждой сессии резервного копирования является полная копия сохраняемой файловой системы, каталогов или данных приложений. Эти копии всегда готовы для восстановления, которое, в отличие от традиционных методов, всегда выполняется за один шаг. Напротив, при традиционном резервном копировании, когда еженедельно создается полная копия, а в течение недели – ежедневные копии изменений данных, для восстановления в случае сбоя требуется провести консолидацию полной копии и всех инкрементальных копий до момента сбоя, что может представлять достаточно длительную процедуру.

Архитектура сервера EMC Avamar строится на патентованных решениях Avamar Technologies и EMC – т.н. RAIN-

Табл. 2. Статистика объема ежедневно пересылаемых изменений в сравнении с общим объемом данных (по данным EMC).

Тип данных	Часть ежедневно переносимых данных от общего объема
Файловые системы Windows	1:586
Смесь файловых систем Windows/Linux/UNIX	1:436
Технические файлы на файловых устройствах NetApp (резервные копии NDMP)	1:135
Структура, состоящая на 20% из баз данных, на 80% из файловых систем (Windows и UNIX)	1:120
Структура, состоящая из файловых систем Linux и баз данных	1:75

архитектуре (Redundant Array of Independent Nodes – избыточной массив независимых узлов), которая уже более 6 лет используется в решении EMC Centera. Применение RAIN в значительной степени позволило повысить надежность, масштабируемость и ремонтпригодность сервера EMC Avamar.

В первую очередь, решение EMC Avamar позиционируется для резервного копирования систем с ограниченной полосой пропускания, файловых серверов, серверов БД с невысокой интенсивностью изменения данных и серверов VMware. За счет того, что по сети пересылаются полностью оптимизированные изменения файлов, значительно расширяется сфера применений Avamar не только в локальных сетях, но в WAN-средах. Пример глобального развертывания EMC Avamar дан на рис. 1.

Развертывание может быть начато с информационного центра с целью защиты серверов, включенных в локальную сеть. Затем все данные могут быть зашифрованы и реплицированы по существующей глобальной сети (без использования, например, специализированных WAFS-устройств) на другой сервер Avamar, ус-

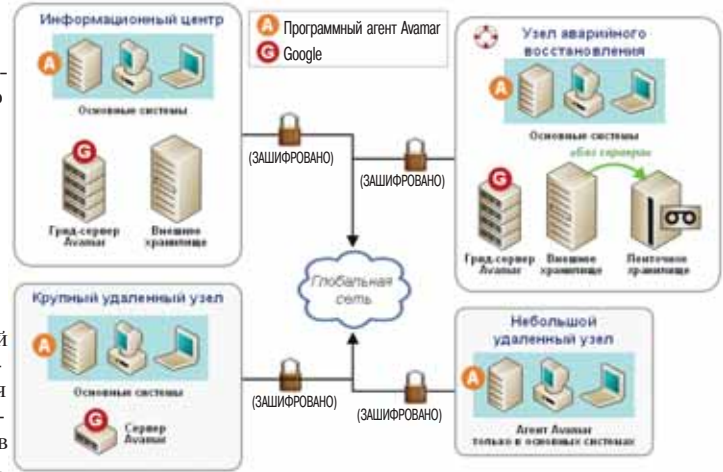


Рис. 1. Пример глобального развертывания решения EMC Avamar.

тановленный на узле аварийного восстановления. Этот сервер может также служить целевой точкой резервного копирования для локальных систем.

В случае небольших удаленных узлов можно просто разместить программные агенты Avamar на основных защищаемых системах и производить резервное копирование непосредственно по сети в главный информационный центр или на узел аварийного восстановления.

Резервные копии более крупных узлов можно создавать локально на сервере Avamar для обеспечения быстрого локального резервного копирования и восстановления. После этого сервер Avamar может произвести репликацию на информационный центр, центральный узел или узел аварийного восстановления.

В составе виртуальных инфраструктур EMC Avamar поддерживает опцию консолидированного резервного копирования VMware – VMware Consolidated Backup, что значительно упрощает выполнение задач резервного копирования в таких средах, позволяя значительно снизить влияние процедур резервного копирования на IT-инфраструктуру, требования к ресурсам хранения резервных копий, а также существенно повысить надежность всех операций.

В настоящее время решение EMC Avamar интегрировано с NetWorker (на уровне единого клиента, общего интерфейса администрирования и мониторинга, а также общего каталога и интерфейса восстановления) и поддерживает более 13 различных клиентских платформ и приложений включая: Microsoft Windows, Sun Solaris, AIX, HP-UX, Red Hat (Enterprise) Linux, SUSE Linux Enterprise Server, VMware, MS Exchange/SQL Server, Oracle, NDMP, IBM UDB DB2.

**Второй** класс решений EMC с использованием технологии дедупликации это новые дисковые библиотеки DL3D 1500 и DL3D 3000 (класса LAN B2D, доступность с июня 2008 г.), а также модифицированная EMC DL3D 4000 (класса SAN Backup to VTL, доступность – июль 2008 г.), анонсированные на EMC World 2008 в мае 2008 г. DL3D 1500/3000 – новые библиотеки для резервного копирования на диск с дедупликацией данных на целевом устройстве. Основанные на платформах EMC CLARiON® CX3-10 (DL3D 1500) и CX3-40 (DL3D 3000), эти решения имеют доступность хранилища



на уровне “пяти девяток”, а также гибкость подключения к сетям IP или SAN (VTL), представляя альтернативу ленточным устройствам. Эти решения имеют те же принципиальные особенности технологии дедупликации, что и в решении EMC Avamar, но реализация уже другая.

Исключение дубликатов данных в DL3D 1500 и 3000 основано на правилах. Это дает возможность настраивать процесс исключения дубликатов данных, сделав выбор из трех настроек:

**On:** немедленное исключение дубликатов данных для достижения максимальной эффективности хранения;

**Schedule/On:** отсрочка процесса исключения дубликатов во время резервного копирования для оптимизации производительности;

**Schedule/Off:** выключение процесса исключения дубликатов для определенных приложений.

Исключение дубликатов данных на основе правил может быть установлено посредством виртуальной ленточной библиотеки или общих папок NAS. Например, при резервном копировании Exchange, SQL Server и Windows File Systems у каждого из них могут быть разные настройки On, Off и Schedule. Это позволяет настроить решение по исключению дубликатов так, чтобы обеспечить защиту данных и соответствие бизнес-требованиям. Например, большие наборы данных, требующие больших окон резервного копирования, могли бы использовать настройку “Scheduled” для исключения дубликатов, чтобы обеспечить оптимально быструю интенсивность. В этом случае исключение дубликатов данных происходит в часы спада нагрузки.

Системы DL3D представляют возможности аппаратного сжатия. При этом уникальные данные, уже прошедшие процесс исключения дубликатов, могут быть сжаты еще больше. Также поддерживается репликация дедуплицированных данных по сетям IP, что делает возможной защиту и восстановление данных вне узла.

DL3D 1500/3000 реализуют репликационную топологию “десять к одному”, т.е. каждая целевая платформа может получать данные от нескольких исходных платформ, количество которых может быть до десяти. Репликация позволяет устранить необходимость транспортировки лент для возможности восстановления данных вне узла. Предварительная дедупликация данных позволяет снизить нагрузку на инфраструктуру при репликации и в итоге удешевить организацию хранения резервных копий данных вне вычислительных площадок. Кроме того, DL3D 1500/3000 проводят проверки удаленных узлов на уровне объектов, перед тем как начать репликацию данных. Если распознаны одинаковые данные, то они не будут реплицированы, что еще больше экономит пропускную способность сети.

Системы DL3D 1500/3000 обладают высокой степенью масштабируемости, соответственно, в диапазоне 4–36/8–148 Тбайт и с оптимальной интенсивностью резервного копирования, соответственно, 0,72/1,44 Тбайт в час (последняя – в ре-

жиме немедленной дедупликации). Обе системы используют диски SATA объемом 1 Тбайт с защитой RAID 6 и оснащены портами Fibre Channel для подключения к SAN и Gigabit Ethernet для подключения к LAN.

Системы DL3D 1500/3000 имеют опцию сохранения резервных копий по IP сети (протоколы CIFS и NFS), а также эмуляцию ленточных библиотек для доступа по сети SAN. Платформы DL3D работают с существующим ПО резервного копирования и не требуют изменений в работе.

### Решения компании Symantec

Особенностью решений компании Symantec является то, что она ориентирована на программные решения, что в ряде случаев может упрощать имплементацию. Все реализации механизмов дедупликации строятся на базе решения NetBackup PureDisk 6.5, функциональность которого в полной мере стала доступна с мая 2008 г. В портфеле Symantec есть предложения, которые позволяют реализовать механизмы дедупликации как на источнике данных (рабочие станции, файловые серверы, серверы приложений – в основном, MS Windows, Linux), так и на целевом устройстве. При построении полного решения дедупликации (рис. 2) требуется создание специального PureDisk storage-пула для глобальной консолидации дедуплицированного бэкапирования (по аналогии с EMC Avamar-сервером, *прим. ред.*).

В целом, NetBackup PureDisk 6.5 классифицируется как программное решение по дедупликации данных, которое интегрировано с NetBackup и обеспечивает защиту данных для удаленных офисов, виртуальных IT-инфраструктур и дата-центров. Открытая архитектура дает возможность легко развернуть и масштабировать NetBackup PureDisk, используя промышленно выпускаемые системы хранения и серверы.

Механизмы дедупликации в виде агентов могут устанавливаться как на серверах-источниках, так и на NetBackup-серверах (см. рис. 2). В последнем случае поддерживается как in-line дедупликация потоков бэкапирова-

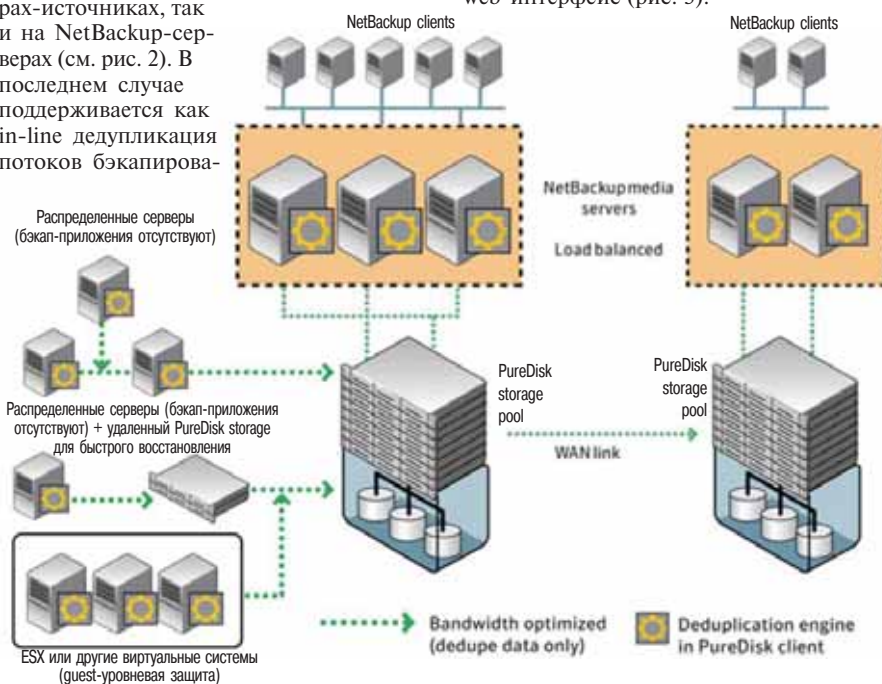


Рис. 2. Архитектура глобально распределенного решения по дедупликации данных на базе Symantec NetBackup PureDisk 6.5.

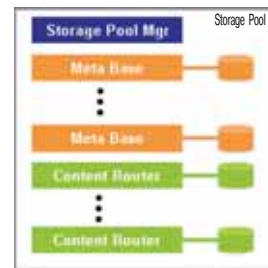


Рис. 3. Storage Pool имеет два типа узлов: Content Router и MetaBase, которые могут быть развернуты на одном или множестве серверов. Все узлы формируют одну большую логическую систему хранения для дедуплицированных данных, которая управляется единым менеджером через web-интерфейс.

ния от клиентов, так и пост-обработка бэкап-файлов с различными политиками обработки, а также LAN и SAN-бэкапирование. Скорость дедупликации может масштабироваться за счет дополнительных NetBackup media серверов.

PureDisk storage пул строится из кластера узлов (на базе x86 серверов с установленной PureDisk ОС и прикладным ПО), число которых может масштабироваться от 1 до 12 (с максимальной емкостью до 96 Тбайт). При этом как емкость, так и производительность масштабируются на все узлы кластера. За счет интеграции в PureDisk storage пул таких компонент, как Veritas Cluster Server и Storage Foundation (Volume Manager и File System), обеспечивается автоматическое восстановление узлов после сбоев, поддержка избыточности storage-путей доступа и простота управления.

Storage Pool имеет два типа узлов: Content Router – для записи и восстановления дедуплицированного бэкапа на системы хранения (DAS, NAS или SAN) третьих фирм и MetaBase – формируют распределенный каталог (базу данных), содержащий метаданные. MetaBase и Content Router компоненты могут быть развернуты на одном или множестве серверов. Все узлы формируют одну большую логическую систему хранения для дедуплицированных данных, которая управляется единым менеджером через web-интерфейс (рис. 3).

Табл. 3. Коэффициент уменьшения первичного бэкапа для 5 применений при использовании NetBackup PureDisk.

Отрасль	Source Data Type	Source Amount (GB)	Daily Transfer Amount (GB)	Reduction Level	Reduction Factor
Public Sector	MS Windows 2003 file servers - documents only	714	1.50 (0.21%)	99%	476:1
Consumer Goods	MS Windows 2003 & UNIX file servers with office documents	2,683	20.72 (0.77%)	99%	130:1
Financial Services	Office files, MS Exchange, and MS Windows Registry (20%)	1,073	22.76 (0.21%)	97%	47:1
Public Sector	MS Windows 2003 File Server	4,332	11.23 (0.26%)	99%	386:1
Oil & Gas	MS Windows 2003 File Servers - documents only	848	1.14 (0.13%)	99%	744:1

В решении NetBackup PureDisk 6.5 обеспечена поддержка многоуровневой защиты для безопасного доступа, управления и восстановления бэкапированных данных от PureDisk клиентов на основе: аутентикации доступа к приложениям с помощью Microsoft® Active Directory или LDAP; конфигурирования ролей пользователей и др.

В табл. 3 дан показатель снижения ежедневных бэкапов в отношении к первичному объему данных (714 GB/1.5 GB = 476:1) при использовании NetBackup PureDisk решения для 5 областей применения. Период времени, за который производилось измерение, равнялся от 11 до 331 дней. В табл. 4 приведено сравнение технологии дедупликации на основе NetBackup PureDisk с разными типами бэкапирования.

Табл. 4. Сравнение различных типов бэкапирования.

Backup Type	Traditional Streaming (% of source data)	PureDisk Client Deduplication (% of source data)	Bandwidth Reduction Factor vs. Traditional
Initial Backup (Full)	100%	25%	4x
Incremental Backups	12%	1%	12x
Subsequent Full Backup	100%	1%	100x

## Решения компании Hitachi Data Systems

Дедупликация данных предлагается компанией HDS в составе виртуальных библиотек для открытых систем с применением технологии исключения дублирования данных HyperFactor™ (“дедупликация на целевом устройстве”) от компании Diligent Technologies. Виртуальные библиотеки представляют собой интегрированные устройства (appliances), состоящие из трех основных компонент: сервера, ОС, системы хранения и ПО дедупликации (рис. 4). В настоящее время предлагаются 3 решения для разных секторов рынка (табл. 5).

Основная особенность, которая выделяется HDS в их решениях, это использова-

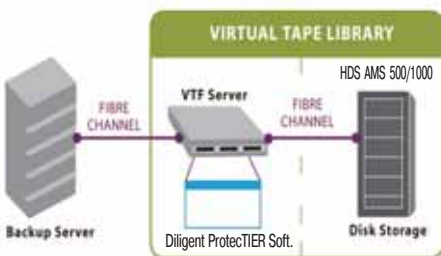


Рис. 4. Архитектурно HDS VTL для открытых систем представляет собой стандартный сервер (с установленным ПО от компании Diligent Technologies – VTF-сервер), к которому по FC подключается дисковый массив(ы), например, HDS AMS 500/1000.

– HyperFactor технология уже почти вдвое позволяет уменьшить размер требуемой оперативной памяти сервера при первичном объеме данных для бэ-

Табл. 5. Семейство HDS VTL-решений – ProtecTIER VT – с дедупликацией данных.

Бизнес	“средний”	“большой”	enterprise
Сист. хр-ния	AMS 500 (8TB FC&SATA)	AMS 1000 (15TB FC)	AMS 1000 (30TB FC HDD)
Емкость	до 20 Тбайт	до 30 Тбайт	до 50 Тбайт
ПО дедупл.	ProtecTIER Midrange Soft.	ProtecTIER Enterprise Soft.	ProtecTIER Enterprise Soft.
Сервер	Multi-core	Quad Dual-core	Quad Dual-core
Произ-ть	до 200 Мбайт/с	до 300-400 Мбайт/с	до 400 Мбайт/с

капирования более 60 Тбайт (рис. 5). И, например, 1 Пбайт первичного объема бэкапирования технологией ProtecTIER HyperFactor может быть представлен индексным файлом размером всего 4 Тбайт. За счет этого удается достигать бóльшей производительности (дедупликация в потоке или на лету – “in-line”) и дедуплицировать бóльшие объемы первичных данных.

В качестве примеров баз данных, которые имеют хороший показатель уменьшения первичного бэкапа (до 25 раз), можно назвать: файлы почтовых (email) систем, а также DB2/Oracle файлы.



Рис. 5. Требуемое число VTL-серверов в зависимости от первичного объема бэкапирования (весна 2008 г.).

## Технологии дедупликации в решениях Network Appliance

Компания NetApp – одна из пионеров продвижения механизмов дедупликации в решениях хранения и резервного копирования данных. Отличительной особенностью решений дедупликации NetApp является их глубокая интеграция с Data ONTAP и WAFL файловыми структурами. Вследствие этого удается существенно повысить эффективность механизмов дедупликации. При этом, например, не требуются сложные алгоритмы хэширования и таблицы поиска. Используя внутренние особенности Data ONTAP, можно создавать и сравнивать цифровые отпечатки, переназначив указатели данных и освобождая избыточные области данных с минимальным количеством манипуляций.

Все решения дедупликации NetApp классифицируются как “решения по дедупликации на целевом устройстве”. Первое *специализированное (D2D) решение дедупликации* было реализовано NetApp (еще в 2005 г.) как сервер бэкапирования под управлением интегрированной Data ONTAP 7.1 с Symantec NetBackup 6.0 (SnapVault for NetBackup), где в качестве первичных систем хранения могли использоваться гетерогенные решения разных вендоров.

В данном решении массивы NetApp “понимают” внутренний формат архивов NetBackup и проводят дедупликацию бэкапируемых данных, представляя содержимое архивов для файлового доступа как псевдофайловую систему, т.е. восстановление возможно (“традиционно”) из интерфейса NetBackup. Таким образом, пользователи могут восстанавливать свои файлы самостоятельно без привлечения администраторов, просто найдя нужные файлы на псевдофайловой системе и скопировав к себе в домашний каталог (рис. 6).

В настоящее время NetApp предлагает 3 варианта решений под управлением ПО разных вендоров.

1. *Дедупликация в составе унифицированных массивов FAS.* NetApp позиционирует эти решения в своем портфеле как наиболее “интересные”. К данной группе относятся следующие продукты: NearStore R200, FAS2020/2050, FAS3020/3040/3050/3070, FAS6030/6040/6070/6080, IBM N5200/N5300/N5500/N5600/N7600/N7800. То есть, технология дедупликации уже интегрирована на массивах, подключенных к SAN или доступных по файловым протоколам – FCP, iSCSI, CIFS, NFS, http, WebDav, ftp – и для нее не требуется никакого дополнительного оборудования.

В FAS-решениях дедупликация это бесплатная опция A-SIS, которая тесно интегрирована с основными технологиями и, в частности, с виртуализацией WAFL. В массивах все данные хранятся в блоках WAFL размером 4 Кбайт. Каждый блок имеет цифровую “подпись”. При включении дедупликации для тома эта подпись сравнивается с подписями других блоков в томе. При совпадении происходит дедупликация повторяющихся блоков и освобождается дисковое пространство. Этот процесс прозрачен для пользователей и приложений, прост в настройке и использовании (фактически одна команда) и для него не требуется какое-либо внешнее ПО или дополнительные аппаратные решения.

Дедупликация применима как к основным данным, так и к архивным данным и для резервных копий. Оценить эффективность дедупликации данных можно и без массивов NetApp с использованием специальных утилит, которые анализируют наборы данных и выдают оценки от эффекта дедупликации именно на этом наборе данных.

Важное значение имеет то, что данный класс решений может выполнять дедупликацию непосредственно на продуктивных данных, например, на файловых NAS-серверах, или/и на системах хранения в составе VMware-инфраструктур





**Александр Щербинин** – ведущий системный архитектор компании "Ай-Текко"

Решения, обеспечивающие дедупликацию данных, имеют большое практическое значение. Они позволяют существенно снизить требования к емкости хранения, пропускной способности каналов связи при репликации данных, увеличить "глубину" хранения и повысить скорость доступа к данным. Все эти преимущества, в конечном итоге, обеспечивают уменьшение совокупной стоимости владения.

Одними из наиболее эффективных "областей реализации" технологии дедупликации являются виртуальные ленточные библиотеки. Несмотря на преимущества новых технологий хранения, проблема сокращения "технологического окна" резервного копирования и объема реплицируемых данных остается актуальной. Анализируя состояние ИТ-инфраструктуры наших заказчиков, мы убедились в том, что широкая доступность недорогой дисковой памяти имеет и обратную сторону – диски стали расходоваться менее осмысленно, что на практике нивелирует экономический эффект от их использования. Решить эту проблему вполне "по силам" технологии дедупликации.

На какой из них остановить свой выбор? Определяющим фактором выбора является используемый заказчиком "корпоративный стандарт". Внедрению должна предшествовать корректная технико-экономическая оценка решения, позволяющая взвесить все "за" и "против". Виртуальные ленточные библиотеки HP VLS являются одними из наиболее сбалансированных по критерию "эффективность/стоимость" решений, позволяющих создавать инфраструктуру хранения корпоративного уровня.

Компания "Ай-Текко" – HP Preferred Partner 2008 и HP StorageWorks Solution Specialist – традиционно пред-

лагает широкий спектр решений с использованием систем хранения данных корпоративного уровня.

В частности, нашей компанией внедрено одно из первых в России катастрофоустойчивых решений, обеспечивающее максимальный уровень защиты данных путем создания территориально распределенного Центра обработки данных (ЦОД). В составе ЦОД, включающего две площадки – основную и резервную, используются современные дисковые массивы и ленточные библиотеки hi-end уровня HP StorageWorks, подключаемые к серверам приложений с помощью выделенной сети хранения SAN. Репликация данных на резервную площадку выполняется с помощью ПО HP Continuous Access XP, интегрированного в единый программный пакет HP MetroCluster/CA. К подобным проектам "Ай-Текко" можно отнести и внедрение высокопроизводительной масштабируемой программно-аппаратной платформы, обеспечивающей надежное функционирование современной автоматизированной банковской системы. Решение включает многопроцессорные hi-end серверы HP SuperDome в отказоустойчивой кластерной конфигурации, подсистему хранения данных на основе нескольких hi-end дисковых массивов HP и подсистему резервного копирования на базе hi-end ленточной библиотеки HP StorageWorks и программного комплекса HP OpenView Data Protector. Объединение основной и резервной площадки выполнено с помощью территориально распределенной сети хранения данных SAN.

Одной из важнейших компонент ЦОД, созданных "Ай-Текко" в рамках названных проектов, является система резервного копирования (СРК). Учитывая пожелания заказчиков, был разработан вариант модернизации существующей СРК путем внедрения виртуальной ленточной библиотеки HP (VTL) с поддержкой технологии дедупликации.

Предварительный анализ показал, что основным недостатком существующей СРК является сложное расписание резервного копирования, рассчитанное на

выполнение сессий в определенной последовательности. Такое расписание возникло в результате необходимости использования ограниченного пула ленточных приводов. Основная проблема заключалась в том, что в случае нарушения порядка выполнения одной или нескольких сессий по причине сбоя или недостаточной производительности используемых вычислительных средств возникает эффект "домино": расписание рушится, поскольку порядок и время выполнения других сессий зависят от порядка и времени завершения тех сессий, где произошел сбой.

Для решения этой проблемы было предложено использовать VTL, позволяющую оптимизировать выполнение процессов одновременного копирования множества кратковременных сессий незначительного объема, создающих нагрузку "старт-стопного" характера на СРК, когда возможности физических ленточных библиотек не могут быть использованы оптимально.

В решении реализована технология дедупликации данных, которая, по предварительным оценкам, обеспечит 2–3-кратную экономию дисков VTL с возможностью увеличения "глубины" и скорости доступа к резервным копиям – до 6–8 недель вместо имеющихся 2–3. Расчеты показали, что внедрение VTL с дедупликацией обеспечит значительное снижение нагрузки на каналы передачи данных, используемые для репликации на резервную площадку.

В целом, решение позволит снизить стоимость владения за счет более рационального использования ресурсов хранения и сокращения затрат на эксплуатацию и обслуживание. Перечисленные проекты и предложения по их модернизации можно назвать "типовыми" для нашей компании, что в совокупности с экспертизой, накопленной специалистами "Ай-Текко", помноженной на высокотехнологичные решения наших партнеров, позволяет решать задачи создания ИТ-инфраструктуры любого масштаба и уровня сложности.

при минимальных накладных затратах на ЦПУ – менее 5%. В частности, для VMware VDI-решений применение дедупликации дает экономию пространства более чем 20:1.

Необходимо также отметить, что дедупликация дополняет другие технологии NON-DUP в массивах NetApp. В частности SnapVault, SnapShot, FlexClone, Thin Provisioning, Space Reclamation и т.д.

**2. Решения дедупликации для гетерогенных систем хранения на основе систем виртуализации V-Series.** Контроллеры V-Series

позволяют получить на массивах других производителей весь функционал систем NetApp, в том числе и дедупликацию.

**3. Решения дедупликации для систем резервного копирования на виртуальных ленточных библиотеках NetApp VTL.** На виртуальных ленточных библиотеках NetApp VTL лицензия дедупликации доступна для заказа. Она также дополнена аппаратной компрессией, что позволяет получить синергетический эффект от этих двух технологий.

## Решения дедупликации от HP

В середине июня 2008 г. компания HP также анонсировала доступность технологий дедупликации в своих решениях, которые все классифицируются как "дедупликация на целевом устройстве".

HP предлагает 2 типа дедупликации в составе своих продуктов: динамическую (Dynamic deduplication) и ускоренную (Accelerated deduplication). Первая предлагается в составе новых "disk-based backup" продуктов (D2D Backup System) – D2D2500/4000 серий, позиционируемых для удаленных офисов и филиалов компаний и, соответственно, для "средних" компаний и небольших дата-центров. Второй тип (в качестве дополнительной лицензии) ориентирован на поставляемые виртуальные библиотеки (HP Virtual Library Systems) VLS6000/9000 и VLS12000 EVA Gateway серий, позиционируемых для средних и больших компаний (табл. 6).

Динамическая дедупликация реализована на патентованном HP алгоритме дедупликации и предназначена для больших ИТ-инфраструктур. Данный тип дедупликации использует "in-line" метод, т.е. дедупликацию данных в течение процесса резервного копирования. Хотя

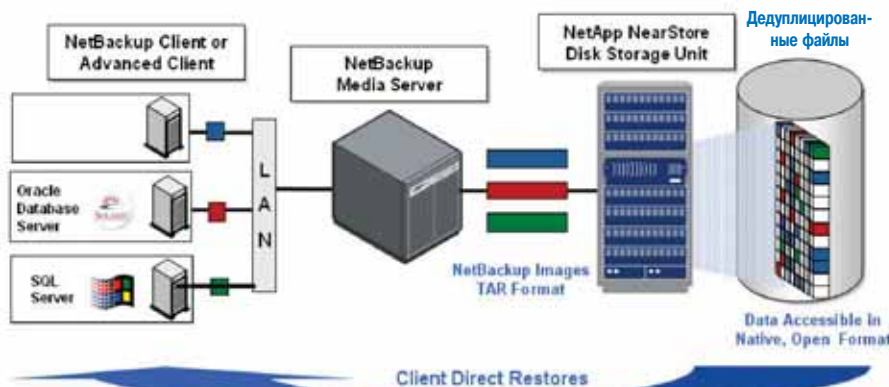


Рис. 6. Архитектура SnapVault for NetBackup решения.

данная технология вносит дополнительные накладные расходы на ЦПУ, она наиболее дешевая, не требует дополнительного дискового пространства для функционирования и функционирует с любым ПО бэкапирования. Данная дедупликация не требует никакой дополнительной лицензии при поставке HP D2D Backup Systems.

Новое поколение D2D Backup System упрощает консолидацию процедур бэкапирования множества серверов на одну систему. Новые D2D системы бэкапирования в рэк-исполнении могут масштабироваться от 3 Тбайт для D2D2503i до 9 Тбайт для D2D4009i, позволяя уменьшать объем бэкапируемых данных до 50 раз в сравнении с исходным. Позже в 2008 г. планируется добавление опции репликации для D2D Backup Systems.

HP отмечает, что при построении решения следует учитывать и то, что коэффициент уменьшения объема бэкапа, помимо класса приложений, зависит от политик бэкапирования и ежедневно изменяемых данных (табл. 7).

Ускоренная дедупликация устраняет избыточность данных после записи бэкапа (post-process методика) на виртуальную библиотеку с целью поддержания наибольшей производительности процессов бэкапирования, что особенно важно для критичных приложений, работающих в режиме 24x7. Производительность данного типа дедупликации может масштабироваться за счет добавления узлов в виртуальную библиотеку. Также может масштабироваться и емкость за счет добавления дисков.

Табл. 7. Зависимость коэффициента уменьшения объема бэкапа при дедупликации в зависимости от политик бэкапирования и ежедневно изменяемых данных.

Daily change rate	Backup policy					
	Daily full and weekly full			Daily incremental and weekly full		
	4 mo*	6 mo	1 yr	4 mo*	6 mo	1 yr
0.5%	31:1	37:1	50:1	25:1	31:1	46:1
1.0%	24:1	27:1	32:1	19:1	23:1	29:1
2.0%	16:1	17:1	18:1	13:1	15:1	17:1

\* 4 months = 5 daily + 17 weekly backups Ratio = data sent vs. data stored

Ускоренная дедупликация делает возможной репликацию данных с HP Virtual Library Systems (с помощью HP Smart Copy) на удаленный сайт по низкоскоростным каналам связи.

Табл. 6. Технические характеристики линеек продуктов HP, в составе которых доступна дедупликация.

	D2D120	D2D130	D2D2503i	D2D4004	D2D4009	VL5621B	VL56227	VL56634	VL56653	VL59000	VL512000
Raw Capacity	2 TB	3 TB	3 TB	4.5 TB	9 TB	6 TB	9 TB	12 TB	18 TB	36 TB	Varies*
Usable Capacity	1.5 TB	2.25 TB	2.25 TB	3 TB	7.5 TB	4.4 TB	6.6 TB	8.8 TB	13.2 TB	30 TB	Varies*
Scalability (uncompressed)	No	No	No	Up to 9TB	No	Up to 35.2TB	Up to 52.8TB	Up to 70.4TB	Up to 105.6TB	Up to 1280TB	Up to 1080TB
Performance	Up to 50 MB/s	Up to 50 MB/s	Up to 50 MB/s	>80 MB/s	>80 MB/s	400 MB/s	400 MB/s	600 MB/s	600 MB/s	4800 MB/s	4800 MB/s
iSCSI Interface	One 100GbE	One 100GbE	Two 100GbE	Two 100GbE	Two 100GbE	None	None	None	None	None	None
FC Interface	None	None	None	Two 4 Gb	Two 4 Gb	Two 4 Gb	Two 4 Gb	Four 4 Gb	Four 4 Gb	Four 4 Gb	Four 4 Gb
RAID	S/W 5	S/W 5	H/W 5	H/W 6	H/W 6	H/W 6	H/W 6	H/W 6	H/W 6	H/W 6	H/W 5
Form factor (base config)	Tower	Tower	1U	2U	2U	3U	3U	6U	6U	9U	2U**
No. of virtual drives	6	6	6	64	64	128	128	128	128	128 per node	128 per node
No. of virtual libs	6	6	6	16	16	16	16	16	16	16 per node	16 per node
Deduplication type	None	None	Dynamic	Dynamic	Dynamic	Accelerated	Accelerated	Accelerated	Accelerated	Accelerated	Accelerated
Typical target environment	Small businesses	Small businesses	Small ROBO	Medium businesses and small data centers	Medium businesses and small data centers	Large branch offices	Large branch offices	Large branch offices and regional data centers	Large branch offices and regional data centers	Large data centers	Large data centers

## Интегрированное ПО виртуализации для стандартных серверов

Апрель 2008 г. – Компания HP объявила о доступности новых интегрированных технологий виртуализации серверных платформ ProLiant и BladeSystem – HP ProLiant iVirtualization, анонсированных в феврале с.г. Новые технологии были созданы в сотрудничестве с ведущими разработчиками решений виртуализации – VMware, Citrix и Microsoft.

Технологии iVirtualization интегрированы непосредственно в серверы HP и сразу после включения сервера автоматически загружают и настраивают полнофункциональную среду виртуализации.

Технологии HP ProLiant iVirtualization интегрируются с инфраструктурными решениями, такими как управляющее ПО HP Insight Control и HP Insight Dynamics - VSE, а также с программным решением HP Data Center Automation, позволяющим автоматизировать управление жизненным циклом центров обработки данных, включая виртуальные и физические системы.

Технологии HP ProLiant iVirtualization позиционируются для всех типов компаний и включают:

- **HP ProLiant iVirtualization на базе гипервизора VMware ESXi** – интегрированное решение, позволяющее быстро и легко развернуть как отдельный сервер, так и подключить полнофункциональный компонент к уже развернутому виртуальному центру обработки данных VMware;
- **HP ProLiant iVirtualization на базе Citrix XenServer** – интегрированное решение с новым интерфейсом HP ProLiant Virtual Console, который обеспечивает удобную установку и настройку виртуализированных серверов ProLiant. Решение, в первую очередь, предназначено для малых и средних компаний;
- **Решение Microsoft® Hyper-V Server для HP ProLiant iVirtualization** – консолидация многочисленных серверных приложений, работающих как отдельные виртуальные машины на одном физическом сервере, используя управляющие инструменты как от Microsoft, так и от HP. HP ProLiant iVirtualization на базе Microsoft HyperV Server (будет доступно после выпуска релиза Hyper-V Server компанией Microsoft);
- **HP ProLiant Virtual Console** – управление виртуализованным сервером с помощью локальной консоли или удаленно с помощью технологии HP Integrated Lights Out (iLO).

## Вместо заключения

Выбор решения дедупликации зависит от множества факторов: существующей инфраструктуры и стратегии ее развития, лицензионной политики, технической поддержки, отработанности решения и др., но общие тенденции свидетельствуют о том, что решения по дедупликации данных произвели почти “бум” на Западе и начинают внедряться во многих компаниях. Это объясняется, прежде всего, тем, что они позволяют заменить множество альтернативных технологий и строить самые сложные распределенные IT-инфраструктуры, одновременно значительно снижая стоимость хранения данных и повышая их доступность и управляемость, а в ряде случаев получая дополнительный функционал, который ранее вообще не был доступен на системах подобного класса.

С целью улучшения управляемости серверов ProLiant со встроенной технологией iVirtualization были усовершенствованы следующие компоненты ПО HP Insight Control, отвечающие за управление аппаратным обеспечением:

- **HP Systems Insight Manager (SIM)** – инструмент управления платформами теперь способен обнаруживать виртуальные машины VMware ESXi Server и Citrix XenServer и ассоциировать соответствующие виртуальные машины с серверами, на которых они запущены;
- **HP Virtual Machine Management Pack (VMM)** – позволяет управлять виртуальными машинами из той же консоли, которая служит для управления физической инфраструктурой. Теперь VMM поддерживает решения VMware ESXi, VMware ESX Server, Citrix XenServer и Microsoft Virtual Server 2005 R2. В дальнейшем планируется поддержка Microsoft Hyper-V Server;
- **HP Server Migration Pack - Universal Edition (SMP Universal)** – инструмент, разработанный специально для серверов HP ProLiant и HP BladeSystem, предназначен для различных видов миграции – с физических платформ на виртуальные и наоборот. SMP Universal теперь поддерживает не только виртуальные платформы от VMware и Microsoft, но и продукты VMware ESXi и Citrix XenServer. Также планируется поддержка Microsoft Hyper-V Server.