

# Глава 11

## Локальная репликация

**В** современной бизнес-среде организациям необходимо защищать важные для ведения бизнеса данные и сводить к минимуму риски нарушения бизнес-процесса. Если происходит локальный сбой или стихийное бедствие, то для обеспечения непрерывности бизнес-процессов важнейшим вопросом становится быстрое восстановление данных и перезапуск бизнес-операций. Одним из способов обеспечения непрерывности бизнес-процессов является репликация данных, представляющая собой процесс создания точной копии (реплики) данных. Точные копии используются для операций восстановления данных и перезапуска бизнес-операций после потери данных. Эти точные копии могут быть также предназначены для других хостов с целью выполнения различных бизнес-операций, например создания резервной копии, составления отчета и проведения тестов.

Репликации можно разбить на две основных категории: локальные и удаленные. Локальные репликации относятся к репликациям данных, проводимым в одном и том же массиве данных или в одном и том же дата-центре. Удаленные репликации относятся к репликациям данных в удаленном месте. В данной главе будут подробно рассмотрены различные технологии локальной репликации, а также факторы, определяющие порядок проведения восстановления данных и перезапуска бизнес-операций. Кроме того, в ней будут подробно рассмотрены вопросы репликации в виртуальной среде. Удаленные репликации рассматриваются в главе 12.

### КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Согласованность данных

Локальная репликация на основе использования хоста

Локальная репликация на основе использования массива хранения данных

Копирование при первом обращении (CoFA)

Копирование при первой записи (CoFW)

Локальная репликация на основе использования сети

Особенности восстановления и перезапуска

Репликация виртуальной машины

## 11.1. Терминология репликаций

Для представления различных объектов и операций в среде проведения репликаций используются следующие общепринятые термины:

- **источник.** Хост, получающий доступ к производственным данным с одного или нескольких LUN-устройств в массиве хранения данных, называется *производственным хостом*, а такие LUN-устройства называются LUN-источниками (ими могут быть устройства или дисковые тома), производственными LUN-устройствами или просто *источниками*;
- **приемник.** Одно или несколько LUN-устройств, на которые копируются данные, называются целевым LUN-устройством, или просто *приемником*, или *репликой*;
- **моментальная (Point-in-Time, PIT) и непрерывная реплика.** Реплики могут быть либо моментальными (PIT-реплики), либо непрерывными. PIT-реплика является точным образом источника на какой-то конкретный момент времени. Например, если реплика файловой системы создана в 16:00 в понедельник, то это реплика является PIT-копией на 16:00 понедельника. Непрерывная реплика все время находится в синхронизированном состоянии с производственными данными;
- **пригодность для восстановления данных и перезапуска бизнес-операций.** Пригодность для восстановления данных позволяет восстанавливать данные из реплики на их источнике при потере данных или их повреждении. Пригодность для перезапуска бизнес-операций позволяет перезапускать бизнес-операции с использованием реплик. Чтобы реплику можно было применять как для восстановления данных, так и для перезапуска бизнес-операций, она должна быть согласована с источником. Согласованность реплик подробно рассматривается в одном из следующих разделов.

### СРАВНЕНИЕ РЕПЛИКИ С РЕЗЕРВНОЙ КОПИЕЙ



Приложения имеют к репликам немедленный доступ, а для того чтобы приложениям стала доступна резервная копия, программа резервного копирования должна сначала провести восстановление данных из этой копии. Резервные копии делаются всегда на определенный момент времени, то есть они являются PIT-копиями, а реплики могут как быть PIT-копиями, так и делаться непрерывно. Резервное копирование обычно используется для оперативного

восстановления или восстановления данных после чрезвычайного происшествия, а реплики могут использоваться для восстановления данных и перезапуска бизнес-операций, а также для проведения других бизнес-операций, например таких как резервное копирование, составление отчетов и тестирование. По сравнению с восстановлением данных из резервной копии реплики обычно обеспечивают более низкий показатель RTO.

## 11.2. Использование локальных реплик

Создание одной или нескольких локальных реплик на основе данных источника может проводиться с различными целями, в том числе:

- **для создания альтернативного источника резервного копирования.** При обычных операциях резервного копирования данные считываются с производственных томов и записываются на устройство резервного копирования. Это создает дополнительную нагрузку на производственную инфраструктуру, поскольку производственные LUN-устройства одновременно занимают как производственными операциями, так и обслуживанием данных для операций резервного копирования. В локальной реплике содержится точная РТТ-копия источника данных, поэтому ее можно использовать в качестве источника для проведения резервного копирования. Этим можно уменьшить нагрузку на производственные тома, связанную с операциями ввода-вывода, необходимыми для резервного копирования. Еще одно преимущество использования реплик для резервного копирования заключается в том, что *окно резервного копирования* сводится к нулю;
- **быстрого восстановления данных.** Локальную реплику можно использовать для восстановления данных источника в случае их потери или повреждения. Если произойдет полный отказ источника, некоторые технические решения по проведению репликации данных позволяют использовать реплику для восстановления данных на другом наборе исходных устройств или же перезапустить производство на самой реплике. В любом случае, по сравнению с традиционным восстановлением с ленточных резервных копий данный метод обеспечивает более быстрое восстановление данных и минимальный показатель RTO. Во многих случаях бизнес-операции могут быть запущены с использованием устройства, послужившего источником данных, еще до того, как данные будут полностью скопированы с реплики;
- **выполнения действий, помогающих принимать правильные решения, например составления отчетов или переноса данных в хранилище.** Составление отчетов с использованием данных реплик существенно снижает нагрузку на производственное устройство, связанную с вводом-выводом данных. Локальные реплики также используются приложениями, переносящими данные в хранилища, которые могут получать эти данные из реплики, не вмешиваясь в работу производственной среды;
- **в качестве платформы для тестирования.** Локальные реплики могут использоваться для тестирования новых или обновленных приложений. Например, организация может использовать реплику для тестирования обновления производственного приложения. Если тест

будет пройден успешно, обновлением можно будет воспользоваться в производственной среде;

- **для миграции данных.** Локальная реплика может использоваться также для миграции данных, выполняемой по различным причинам, например для переноса данных из LUN-устройств меньшей емкости в более емкие LUN-устройства с целью использования самых последних версий приложения.

## 11.3. Согласованность реплик

---

В большинстве файловых систем и баз данных до записи на диск данные помещаются в буфер хоста. Создание согласованной реплики дает гарантию, что данные, находящиеся в буфере хоста, были записаны на диск. Перед созданием реплики те данные, которые накопились в кэше и еще не были записаны на диск, должны быть сброшены на этот диск. До инициирования операции создания реплики среда выполнения операций в массиве хранения данных сбрасывает данные из своей кэш-памяти на диск. Обеспечение согласованности гарантирует пригодность реплики и является главным требованием для всех технологий репликации данных.

### 11.3.1. Согласованность реплицированных файловых систем

Для сокращения времени отклика приложений файловые системы осуществляют буферизацию данных в памяти хоста. Данные, попавшие в буфер, периодически записываются на диск. В операционных системах семейства UNIX сбросом данных из буферов на диск через определенные интервалы времени занимается *демон синхронизации*. В некоторых случаях реплика создается между установленными интервалами, что может привести к созданию ее несогласованного экземпляра. Поэтому для обеспечения согласованности данных реплики буферы памяти хоста должны перед ее созданием сбрасываться на диск. На рис. 11.1 показано, как перед репликацией данных буфер файловой системы сбрасывается на дисковое устройство источника. Если буферы памяти хоста не сброшены, в данных реплики не будет содержаться информация, которая была занесена в буфер хоста. Если файловая система размонтируется до создания реплики, буферы автоматически будут сброшены на диск и реплика будет содержать согласованные данные.

Если репликация данных происходит на смонтированной файловой системе, то на ней нужно провести некоторые действия по ее восстановлению, например запустить *программу поиска и исправления ошибок* — *fsck* или запустить *воспроизведение действий по журналу операций* — *log replay*. После завершения процесса репликации и проверки файловой системы реплицированная файловая система может быть смонтирована для ее оперативного использования.

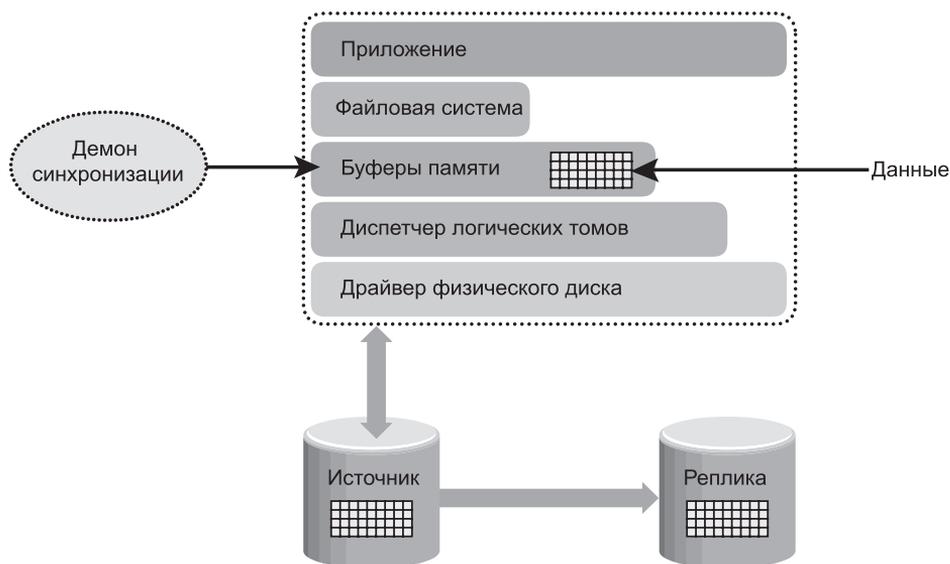


Рис. 11.1. Сброс на диск буфера файловой системы

### 11.3.2. Согласованность реплицированных баз данных

База данных может быть рассредоточена по множеству различных файлов, файловых систем и устройств. Все они должны быть согласованным образом реплицированы, чтобы можно было гарантировать пригодность реплики для восстановления данных и перезапуска бизнес-операций. Репликация базы данных может быть выполнена в момент ее нахождения как в подключенном, так и в отключенном режиме. Если при создании реплики база данных находится в отключенном режиме, то для операций ввода-вывода она не доступна. Поскольку в источнике не происходит никаких обновлений, реплика получается согласованной.

Если же база данных находится в подключенном режиме, она доступна для проведения операций ввода-вывода и проводимые в ней транзакции постоянно ее обновляют. При репликации базы данных, находящейся в подключенном режиме, все изменения, сделанные в базе данных в ходе репликации, должны быть применены к реплике, иначе она будет несогласованной. Согласованная реплика подключенной базы данных создается путем использования принципа зависимой записи при операциях ввода-вывода или путем мгновенного проведения операций ввода-вывода в отношении источника перед созданием реплики.

Принцип применения *зависимой записи при проведении операций ввода-вывода* с целью обеспечения согласованности свойственен многим приложениям и системам управления базами данных — database management systems (DBMS). Согласно этому принципу команда на запись при проведении