**Виды восстановления данных. Индивидуальный откат транзакции. Восстановление после жесткого сбоя. Восстановление после мягкого сбоя.**

Восстановление БД должно проводиться в следующих видах:

* + **Индивидуальный откат**: откат транзакции может быть инициирован самой транзакцией путем подачи команды Rollback или системой. СУБД может инициировать откат транзакции в случае ошибки или при разрешении тупиковой ситуации
  + **Мягкий сбой системы** (аварийный отказ ПО). Характеризуется утратой оперативной памяти, при этом поражаются выполняющиеся на момент сбоя транзакции, теряется содержимое буферов БД, но данные, хранящиеся на диске, остаются неповрежденными. Мягкий сбой может произойти по факту отключения питания.
  + **Жесткий сбой системы** (аварийный отказ аппаратуры). Характеризуется повреждением внешних носителей памяти.

**Индивидуальный откат транзакции:**

Все записи в журнале от данной транзакции связываются в обратный список. Началом списка для не закончившихся транзакций является запись о последнем изменении БД, произведенном данной транзакцией. Для закончившихся транзакций (индивидуальные откаты которых уже невозможны) началом списка является запись о конце транзакции, которая обязательно вытолкнута во внешнюю память журнала. Концом списка всегда служит 1ая запись об изменении БД, произведенном данной транзакцией. Каждой записи проставляется уникальный ID транзакции, чтобы можно было восстановить прямой список записей об изменениях БД данной транзакцией.

1. Просматривается список записей, сделанных данной транзакцией в журнале транзакций.
2. Выбирается очередная запись из списка данной транзакции.
3. Выполняется противоположная по смыслу операция: вместо INSERT - DELETE.
4. Любая из операций журнализуются.
5. При успешном завершении отката в журнал заносится запись о конце транзакции.

**Восстановление системы после мягкого сбоя** осуществляется как часть процедуры перезагрузки системы.

1. Создаются 2 списка транзакций Undo и Redo. В Undo заносятся транзакции из последней записи контрольной точки. Redo остаются пустым
2. Начиная с записи контрольной точки, просматривается вперед журнал транзакции и если в журнале обновится запись о начале транзакции, то она добавится в список Undo.
3. Если в журнале обновится запись Commit об окончании транзакции, то она добавится в список Redo.
4. При достижении конца журнала транзакции списки анализируются. Из списка Undo удаляются транзакции, попавшие в список Redo.
5. Система просматривает журнал транзакции назад с момента контрольной точки, открывает транзакции из списка Undo. Система просматривает журнал транзакции вперед с контрольной точки и повторно выполняет все операции транзакции из списка Redo.

**Жесткий сбой**

БД на диске нарушается физически. Основой восстановления являются журнал транзакций и **архивная копия БД**. Архивная копия базы данных должна создаваться периодически, а именно с учетом скорости наполнения журнала транзакций.

Восстановление начинается с обратного копирования базы данных из архивной копии. Затем просматривается журнал для выполнения в прямом направлении всех транзакций, которые успешно завершаются до сбоя. Нет необходимости отката транзакций, прерванных в результате сбоя, т.к. их нет в резервной копии.

Наиболее плохим случаем является ситуация, когда разрушены физически и база данных, и журнал транзакций. В этом случае единственное, что можно сделать - это восстановить состояние базы данных на момент последнего резервного копирования. Для того чтобы не допустить возникновение такой ситуации, базу данных и журнал транзакций обычно располагают на *физически* разных дисках, управляемых физически разными контроллерами.