Лабораторная работа № 8.
Транзакции

Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является изучение операторов для создания транзакций и получение навыков их использования.

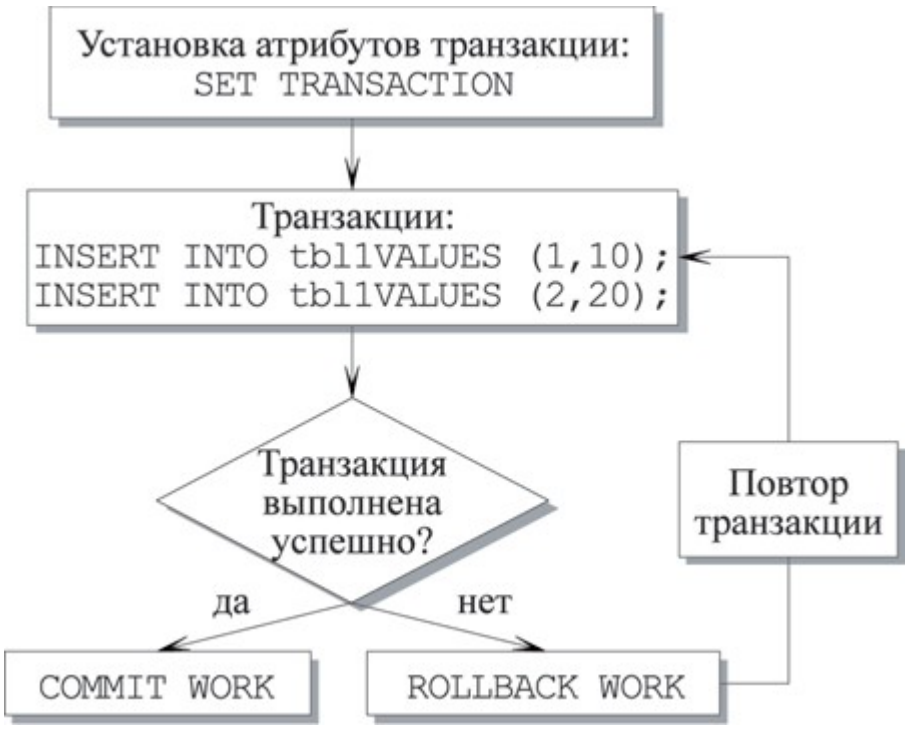
Теоретические сведения

Транзакцией называется последовательность действий, которая или полностью фиксируется в базе данных, или полностью отменяется. Иногда под транзакцией также подразумевают не группу SQL-операторов, а интервал времени, выполняемые в течение которого SQL-операторы можно или все зафиксировать или все отменить.

Так, операция перевода денег с одного счета на другой должна составлять единую транзакцию. Иначе может возникнуть ситуация, когда первый SQL-оператор переведет деньги на другой счет, а второй, выполняющий снятие их со счета, не доведет дело до конца из-за непредвиденного сбоя.

Фиксация транзакции может производиться принудительно по SQL-оператору или неявно после завершения каждого SQL-оператора. Во втором случае применяется режим автокоммита. Как правило, выполнение SQL-операторов в интерактивном режиме всегда использует автокоммит .Очень часто в интегрированных средах разработки классы, инкапсулирующие работу с базой данных, по умолчанию предполагают режим автокоммита.

Следующая схема демонстрирует принцип использования транзакций.



Новая транзакция начинается с начала каждого сеанса работы с базой данных. Далее все выполняемые SQL-операторы будут входить в одну транзакцию до тех пор, пока не будет выполнен оператор `COMMIT WORK` или `ROLLBACK WORK`.

Оператор `COMMIT WORK` завершает текущую транзакцию, выполняя фиксацию сделанных изменений в базе данных. Иногда говорят, что оператор `COMMIT WORK` фиксирует транзакцию.

Оператор `ROLLBACK WORK` выполняет откат транзакции, отменяя действие всех SQL-операторов, выполненных в текущей транзакции.

Логически транзакция должна объединять только выполнение взаимосвязанных операций. Так, если делать транзакции «очень большими», состоящими из последовательности не связанных между собой операторов, то любой сбой, автоматически выполняющий откат транзакции, повлияет на отмену действий, которые могли бы быть успешно завершены при более «коротких» транзакциях.

Большинство коммерческих СУБД позволяет устанавливать режим автоматической фиксации изменений — автокоммит.

Для установки этого режима используется (но не всеми СУБД) оператор

`SET AUTOCOMMIT ON;`, а для отмены режима — `SET AUTOCOMMIT OFF;`.

При параллельном использовании транзакций могут возникать следующие проблемы:

- неповторяющееся чтение (non-repeatable read);
- «грязное» чтение (dirty read) — чтение данных, которые были записаны откатанной транзакцией;
- потерянное обновление (lost update);
- фантомная вставка (phantom insert).

Рассмотрим ситуации, в которых возможно возникновение данных проблем.

Неповторяющееся чтение

Предположим, имеются две транзакции, открытые различными приложениями, в которых выполнены следующие SQL-операторы:

Транзакция 1	**Транзакция 2**

`SELECT f2 FROM tbl1`
`WHERE f1=1;`
 	
`UPDATE tbl1 SET f2=f2+1`
`WHERE f1=1;`
	`SELECT f2 FROM tbl1`
	`WHERE f1=1;`
	
	`SELECT f2 FROM tbl1`
	`WHERE f1=1;`

В транзакции 2 выбирается значение поля `f2`, затем в транзакции 1 изменяется значение поля `f2`. При повторной попытке выбора значения из поля `f2` в транзакции 1 будет получен другой результат. Эта ситуация особенно неприемлема, когда данные считываются с целью их частичного изменения и обратной записи в базу данных.

«Грязное» чтение

Предположим, имеется две транзакции, открытые различными приложе-

ниями, в которых выполнены следующие SQL-операторы:

Транзакция 1	**Транзакция 2**

`SELECT f2 FROM tbl1`
`WHERE f1=1;`
 	
`UPDATE tbl1 SET f2=f2+1`
`WHERE f1=1;`
 	
`ROLLBACK WORK;`
	
	`SELECT f2 FROM tbl1`
	`WHERE f1=1;`

В транзакции 1 изменяется значение поля `f1`, а затем в транзакции 2 выбирается значение поля `f2`. После этого происходит откат транзакции 1. В результате значение, полученное второй транзакцией, будет отличаться от значения, хранимого в базе данных.

Потерянное обновление

Предположим, имеется две транзакции, открытые различными приложениями, в которых выполнены следующие SQL-операторы:

Транзакция 1	**Транзакция 2**

`SELECT f2 FROM tbl1`
`WHERE f1=1;`
 	
`UPDATE tbl1 SET f2=20`
`WHERE f1=1;`
	`SELECT f2 FROM tbl1`
	`WHERE f1=1;`
	
	`UPDATE tbl1 SET f2=25`
	`WHERE f1=1;`

В транзакции 1 изменяется значение поля `f1`, а затем в транзакции 2 также изменяется значение этого поля. В результате изменение, выполненное пер-

вой транзакцией, будет потеряно.

Фантомная вставка

Предположим, имеется две транзакции, открытые различными приложениями, в которых выполнены следующие SQL-операторы:

Транзакция 1	**Транзакция 2**
	`SELECT SUM(f2) FROM tbl1;`
`INSERT INTO tbl1 (f1,f2) VALUES (15,20);`	
	`SELECT SUM(f2) FROM tbl1;`

В транзакции 2 выполняется SQL-оператор, использующий все значения поля `f2`. Затем в транзакции 1 выполняется вставка новой строки, приводящая к тому, что повторное выполнение SQL-оператора в транзакции 2 выдаст другой результат. Такая ситуация называется фантомной вставкой и является частным случаем неповторяющегося чтения. При этом, если выполняемый SQL-оператор выбирает не все значения поля `f2`, а только значение одной строки таблицы (используется предикат `WHERE`), то выполнение оператора `INSERT` не приведет к ситуации фантомной вставки.

Уровни изоляции

Стандарт SQL-92 определяет уровни изоляции, установка которых предотвращает определенные конфликтные ситуации.

Введены следующие четыре уровня изоляции:

- `SERIALIZABLE` — последовательное выполнение (используется по умолчанию). Этот уровень гарантирует предотвращение всех описанных выше конфликтных ситуаций, но, соответственно, при нем наблюдается самая низкая степень параллелизма;
- `REPEATABLE READ` — повторяющееся чтение. На этом уровне разрешено выполнение операторов `INSERT`, приводящих к конфликтной ситуации «фантомная вставка». Этот уровень целесообразно использовать,

если на выполняющиеся SQL-операторы не влияет добавление новых строк;

– `READ COMMITTED` — фиксированное чтение. Этот уровень позволяет получать разные результаты для одинаковых запросов, но только после фиксации транзакции, повлекшей изменение данных;
– `READ UNCOMMITTED` — нефиксированное чтение. Здесь возможно получение разных результатов для одинаковых запросов без учета фиксации транзакции.

В следующей таблице приводится формальное описание уровней изоляции.

Уровень изоляции	**Предотвращение конфликтной ситуации**			
	неповторяющееся чтение (non-repeatable read)	**«грязное» чтение (dirty read)**	**потерянное обновление (lost update)**	**фантомная вставка (phantom insert)**
SERIALIZABLE	+	+	+	+
REPEATABLE READ	+	+	+	-
READ COMMITTED	-	+	+	-
READ UNCOMMITTED	-	-	+	-

Блокировки

Блокировками (locks) называются механизмы, применяемые для управления параллельными изменениями данных.

Существует два типа блокировок:

– оптимистические блокировки (optimistic locks) — предотвращают возник-

новение конфликтных ситуаций, выполняя при необходимости откат транзакции (такие блокировки в стандарте SQL-92 не поддерживаются);

– пессимистические блокировки (pessimistic locks) — предотвращают возникновение конфликтных ситуаций, блокируя одновременный доступ к данным для одновременных транзакций.

Блокировки используются для приостановки выполнения одних SQL-операторов, пока выполняются другие.

Если при пессимистической блокировке выполнен SQL-оператор, который может вызвать конфликтную ситуацию для другого SQL-оператора, то выполнение второго SQL-оператора будет приостановлено. При оптимистической блокировке могут выполняться любые SQL-операторы, но в случае возникновения конфликтной ситуации все изменения будут потеряны.

Блокировки, используемые уровнями изоляции, подразделяются на:

– разделяемые блокировки (S-locks), которые могут одновременно устанавливаться несколькими пользователями;
– исключительные блокировки (X-locks), которые устанавливаются только одним пользователем, получающим эксклюзивный доступ к данным.

Существуют следующие логические и физические уровни блокировок:

– блокировка на уровне таблицы (table-level locking);
– блокировка на уровне строк (row-level locking);
– блокировка на уровне элемента таблицы (item-level locking);
– блокировка на уровне БД (dbspace-level locking);
– блокировка на уровне табличного пространства (tablespace-level locking);
– блокировка на уровне страницы или блока (page-level locking).

Определение параметров транзакции

Определение параметров транзакции выполняется оператором `SET TRANSACTION`, который имеет в стандарте SQL-92 следующее формальное описание:

`TRANSACTION`

```
{ ISOLATION LEVEL
    { READ UNCOMMITTED
    | READ COMMITTED
    | REPEATABLE READ
    | SERIALIZABLE }
| { READ ONLY | READ WRITE }
| { DIAGNOSTICS SIZE count_message }
} .,… ;
```

Фраза ISOLATION LEVEL указывает устанавливаемый уровень изоляции.

Фраза READ ONLY устанавливает режим, при котором разрешается только чтение. Этот режим устанавливается по умолчанию, если уровень изоляции определен как READ UNCOMMITTED.

При режиме READ ONLY на данные не устанавливается никаких блокировок.

Фраза READ WRITE устанавливает режим, который разрешает как чтение, так и запись данных. При этом режиме уровень изоляции не может быть установлен как READ UNCOMMITTED.

Режим READ WRITE устанавливается по умолчанию для любого уровня, отличного от READ UNCOMMITTED.

Фраза DIAGNOSTICS SIZE определяет размер области, используемой для записи диагностических сообщений, доступ к которым осуществляется оператором GET DIAGNOSTICS.

Например, для определения транзакции, предотвращающей все описанные выше конфликтные ситуации, следует выполнить SQL-оператор

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE;
```

Ход выполнения работы

1. Изучить теоретические сведения.

2. По указанию преподавателя разработать, реализовать и несколько запросов к базе данных, оформленных как транзакции.
3. Составить отчет о выполнении лабораторной работы.
4. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что такое транзакция?
2. Проиллюстрируйте ход выполнения транзакции.
3. Какие операторы используются для создания транзакций?
4. Какие проблемы могут возникать при параллельных транзакциях? Перечислите и опишите их.
5. Что такое уровни изоляции? Какие они бывают?
6. Какие режимы уровней изоляций бывают? Перечислите и охарактеризуйте.