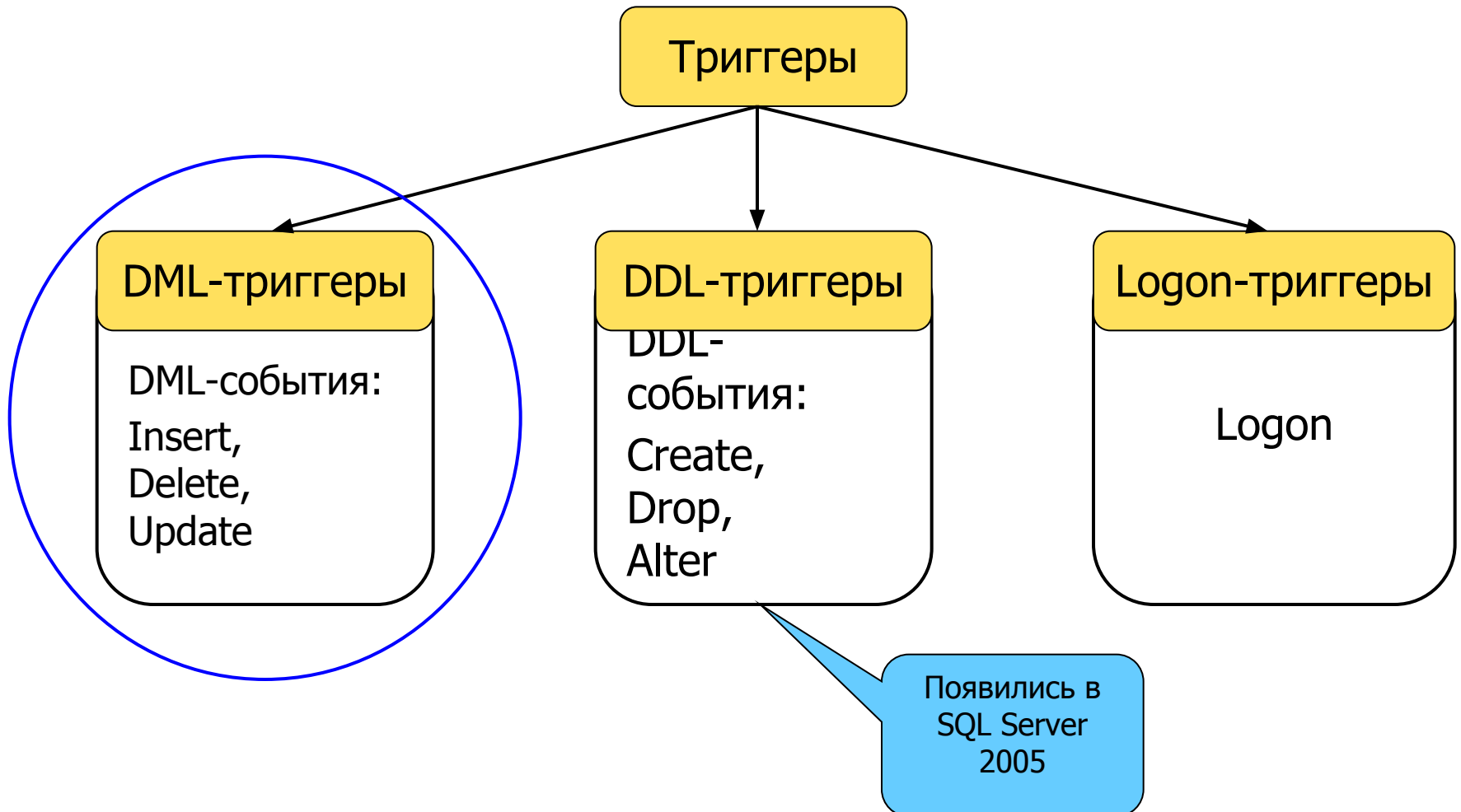


# Триггеры в MS SQL Server

# Что такое триггер

- **Триггер** – это откомпилированная SQL-процедура
- Исполнение обусловлено наступлением определенных событий внутри реляционной базы данных
- Не имеет параметров
- Становится «одним целым» с вызвавшей операцией

# Виды триггеров



# Назначение триггеров

- Проверка корректности введенных данных и выполнение сложных *ограничений целостности данных*, которые трудно, если вообще возможно, поддерживать с помощью ограничений целостности, установленных для таблицы.
- Накопление аудиторской информации посредством фиксации сведений о внесенных изменениях и тех лицах, которые их выполнили.
- Автоматического оповещения других модулей о том, что делать в случае изменения информации содержащейся в таблице БД.
- Для реализации так называемых "бизнес правил".
- Для организации каскадных воздействий на таблицы БД (могут действовать не только при равенстве значений).
- Поддержка репликации.

# Когда нужны триггеры

- Чтобы оценить состояние таблицы до и после изменения данных и предпринять действия на основе этого различия.
- Для предотвращения действий, нарушающих бизнес-логику приложения
- Несколько DML-триггеров одинакового типа (INSERT, UPDATE или DELETE) для таблицы позволяют предпринять несколько различных действий в ответ на одну инструкцию изменения данных.

# DML-триггеры

- Триггер создается по одной таблице базы данных
- Может осуществлять доступ и к другим таблицам и объектам других баз данных.
- Триггеры нельзя создать по временным таблицам или системным таблицам, а только по определенным пользователем таблицам или представлениям.
- Таблица, по которой определяется триггер, называется *таблицей триггера*.

# DML - trigger

- Объект - таблица, VIEW
- Событие - insert, update, delete для таблицы и для VIEW.
- Время активации – до (вместо) или после выполнения оператора.

# DML-триггеры

- Триггер – блок, выполняемый автоматически каждый раз, когда происходит определенное событие
  - в отличие от процедуры, которая должна быть вызвана явно
- Событие – INSERT, UPDATE и DELETE для таблицы, представления
  - для запроса нельзя определить триггер



# Когда нужны триггеры

- Для каскадных изменений в связанных таблицах БД (если их нельзя выполнить при помощи каскадных ограничений ссылочной целостности).
- Для предотвращения случайных или неправильных операций INSERT, UPDATE и DELETE
- Для реализации ограничений целостности, которые нельзя определить при помощи ограничения CHECK. DML-триггеры могут ссылаться на столбцы других таблиц.

# Еще...

- Журнализация и аудит. С помощью триггеров можно отслеживать изменения таблиц, для которых требуется поддержка повышенного уровня безопасности. Данные об изменении таблиц могут сохраняться в других таблицах и включать, например, идентификатор пользователя, время операции обновления; сами обновляемые данные и т. д.
- Согласование и очистка данных. С любым простым оператором SQL, обновляющим некоторую таблицу, можно связать триггеры, производящие соответствующие обновления других таблиц.
- Операции, не связанные с изменением базы данных. В триггерах могут выполняться не только операции обновления базы данных. Стандарт SQL позволяет определять хранимые процедуры (которые могут вызываться из триггеров), посылающие электронную почту, печатающие документы и т. д.

# Когда не надо использовать триггеры

- Не нужно реализовывать триггерами возможности, достигаемые использованием декларативных средств СУБД (ограничения целостности или внешние ключи)
- Избегайте сложных цепочек триггеров

# Советы

- Не используйте триггеры, если можно применить *проверочное ограничение* CHECK
- Не используйте ограничение CHECK, если можно обойтись ограничением UNIQUE.

# Основные параметры триггера

- Имя триггера
- Имя таблицы (или представления)
- Время срабатывания:  
AFTER(FOR) или INSTEAD OF
- Событие: INSERT, UPDATE, DELETE (TRUNCATE TABLE – это не удаление !)
- Тело триггера

! Последовательность срабатывания одностипных триггеров произвольна

# Группировка событий

- Например, вы можете создать триггер, который будет активизироваться, когда происходит выполнение оператора UPDATE или INSERT, и такой триггер мы будем называть триггером UPDATE/INSERT. Вы можете даже создать триггер, который будет активизироваться при возникновении любого из трех событий модификации данных (триггер UPDATE/INSERT/DELETE).

# Правила работы триггера

- Триггеры запускаются после завершения оператора, который вызвал их активизацию. Например, UPDATE-триггер не будет активизироваться, пока не будет выполнен оператор UPDATE.
- Если какой-либо оператор пытается выполнить операцию, которая нарушает какое-либо ограничение по таблице или является причиной какой-то другой ошибки, то связанный с ним триггер не будет активизирован.

# Правила работы триггера

- Триггер рассматривается как часть одной транзакции вместе с оператором, который вызывает его. Поэтому из триггера можно вызвать оператор отката, и этот оператор выполнит откат как триггера, так и соответствующего события модификации данных.
- При возникновении ошибки при выполнении триггера автоматически выполняется откат всей транзакции.
- Триггер активизируется только один раз для одного оператора, даже если этот оператор влияет на несколько строк данных.



# Пример

```
CREATE TRIGGER trg ON my_table  
FOR INSERT, UPDATE, DELETE AS  
select "this is trigger"
```

# Рекурсия

- Косвенная рекурсия

При косвенной рекурсии приложение обновляет таблицу T1. Это событие вызывает срабатывание триггера TR1, обновляющего таблицу T2. Это вызывает срабатывание триггера T2 и обновление таблицы T1.

- Прямая рекурсия

При прямой рекурсии приложение обновляет таблицу T1. Это событие вызывает срабатывание триггера TR1, обновляющего таблицу T1. Поскольку таблица T1 уже была обновлена, триггер TR1 срабатывает снова и т. д.

- При вызове триггера будут выполнены операторы SQL, указанные после ключевого слова AS. Вы можете поместить сюда несколько операторов, включая программные конструкции, такие как IF и WHILE.

# Выбор типа триггера

- Триггеры `INSTEAD OF` используются для:
  - Выборочного запрещения исполнения команды, для которой определен триггер (проверки пред-условия);
  - Подсчета значений столбцов до завершения команды `INSERT` или `UPDATE`.
- Триггеры `AFTER` используются для:
  - Учета выполненных операций;
  - Проверки пост-условий исполнения команды.

# Циклы и вложенность

- SQL Server позволяет использовать вложенные триггеры, до 32 уровней вложенности. Если любой из вложенных триггеров выполняет операцию ROLLBACK, то последующие триггеры не запускаются.
- Запуск триггеров отменяется, если формируется бесконечный цикл.

# Триггер INSTEAD OF

- Триггер INSTEAD OF выполняется вместо запуска оператора SQL. Тем самым переопределяется действие запускающего оператора.
- Можно задать по одному триггеру INSTEAD OF на один оператор INSERT, UPDATE или DELETE.
- Триггер INSTEAD OF можно задать для таблицы и/или представления
- Можно использовать каскады триггеров INSTEAD OF, определяя представления поверх представлений, где каждое представление имеет отдельный триггер INSTEAD OF.
- Триггеры INSTEAD OF не разрешается применять для модифицируемых представлений, содержащих опцию WITH CHECK.

# Триггер AFTER

- Триггеры AFTER могут быть определены только в таблицах.
- Триггер AFTER активизируется после успешного выполнения всех операций, указанных в запускающем операторе или операторах SQL. Сюда включается весь каскад действий по ссылкам и все проверки ограничений.

# Триггер AFTER

- Если у вас имеется несколько триггеров AFTER, определенных по таблице для определенного оператора или набора операторов, то вы можете задать, какой триггер будет активизирован первым и какой триггер – последним.
- Если у вас определено больше двух триггеров, то вы можете задать порядок активизации только первого и последнего триггера. Все остальные триггеры активизируются случайным образом.



# Порядок AFTER-триггеров

- `sp_settriggerorder @triggername = 'AnotherTrigger', @order = 'first'`
- `sp_settriggerorder @triggername = 'MyTrigger', @order = 'last'`
- `sp_settriggerorder @triggername = 'MyOtherTrigger', @order = 'none'`
- `sp_settriggerorder @triggername = 'YetAnotherTrigger', @order = 'none'`

# Использование таблиц `deleted` и `inserted`

- При создании триггера вы имеете доступ к двум временным таблицам с именами `deleted` и `inserted`. Они хранятся в памяти, а не на диске.
- Эти две таблицы имеют одинаковую структуру с таблицей (одинаковые колонки и типы данных), по которой определяется данный триггер.

# Использование inserted, deleted

## Специальные таблицы:

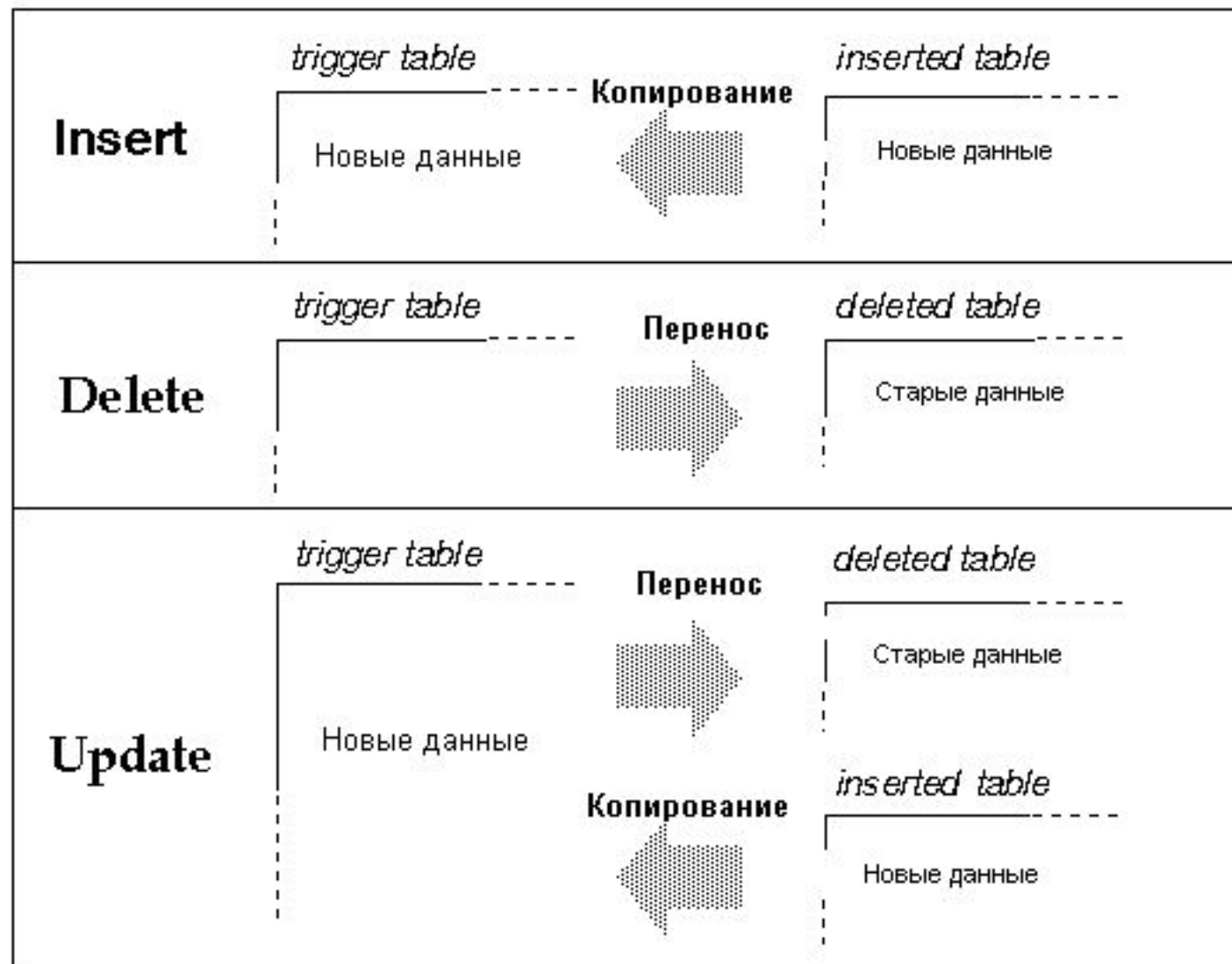
- **inserted** – вставленные значения (для INSERT, UPDATE)
- **deleted** – удаленные значения (для UPDATE, DELETE)

# Использование таблиц `deleted` и `inserted`

- Таблица `deleted` содержит копии строк, на которые повлиял оператор `DELETE` или `UPDATE`. Строки, удаляемые из таблицы данного триггера, перемещаются в таблицу `deleted`. После этого к данным таблицы `deleted` можно осуществлять доступ из данного триггера.
- Таблица `inserted` содержит копии строк, добавленных к таблице данного триггера при выполнении оператора `INSERT` или `UPDATE`. Эти строки добавляются одновременно в таблицу триггера и в таблицу `inserted`.

# Использование таблиц `deleted` и `inserted`

- Поскольку оператор `UPDATE` обрабатывается как `DELETE`, после которого следует `INSERT`, то при использовании оператора `UPDATE` старые значения строк копируются в таблицу `deleted`, а новые значения строк – в таблицу триггера и в таблицу `inserted`.
- Триггер `INSERT` => `deleted` пуст
- Триггер `DELETE` => `inserted` пуст
- но сообщение об ошибке не возникнет !



# Создание триггера

```
CREATE TRIGGER [ schema_name.]trigger_name ON  
  { table | view }  
  { FOR | AFTER | INSTEAD OF }  
  { [ INSERT ] [ , ] [ UPDATE ] [ , ] [ DELETE ] }  
  AS { sql_statement }
```

```
CREATE TRIGGER plus_1
ON table1
instead of insert
AS
insert table1 (id, col1) select id+1, col1
from inserted;
```



- *Триггер* представляет собой специальный тип хранимых процедур, запускаемых сервером автоматически при попытке изменения данных в таблицах, с которыми *триггеры* связаны. Каждый *триггер* привязывается к конкретной таблице. Все производимые им модификации данных рассматриваются как одна *транзакция*. В случае обнаружения ошибки или нарушения целостности данных происходит *откат* этой транзакции. Тем самым внесение изменений запрещается. Отменяются также все изменения, уже сделанные *триггером*.

# Обработка исключений

- Команда **ROLLBACK** указывает серверу остановить обработку модификации и запретить транзакцию.
- Существует также команда **RAISEERROR**, с помощью которой вы можете отправить сообщение об ошибке пользователю.
- TRY...CATCH

# Обработка исключений сообщение об ошибке

```
RAISERROR ('Error raised because of wrong data.', -- Message text.  
16, -- Severity.  
1 -- State.);
```

Severity – число от 0 до 25

Определенный пользователем уровень серьезности ошибки.  
0 до 18 может указать любой пользователь.

19 до 25 могут быть указаны только sysadmin

20 до 25 считаются неустранимыми - соединение с клиентом обрывается и регистрируется сообщение об ошибке в журналах приложений и ошибок.

State Целое число от 0 до 255. Отрицательные значения или значения больше 255 приводят к формированию ошибки. Если одна и та же пользовательская ошибка возникает в нескольких местах, то при помощи уникального номера состояния для каждого местоположения можно определить, в каком месте кода появилась ошибка.

# Функции об ошибках

- Функция `ERROR_LINE()` возвращает номер строки, в которой произошла ошибка.
- Функция `ERROR_MESSAGE()` возвращает текст сообщения, которое будет возвращено приложению. Текст содержит значения таких подставляемых параметров, как длина, имена объектов или время.
- `ERROR_NUMBER()` возвращает номер ошибки.
- Функция `ERROR_PROCEDURE()` возвращает имя хранимой процедуры или триггера, в котором произошла ошибка. Эта функция возвращает значение `NULL`, если данная ошибка не была совершена внутри хранимой процедуры или триггера.
- `ERROR_SEVERITY()` возвращает уровень серьезности ошибки.
- `ERROR_STATE()` возвращает состояние.

# Пример триггера

```
CREATE TRIGGER LowCredit ON
Purchasing.PurchaseOrderHeader AFTER INSERT AS
BEGIN
DECLARE @creditrating tinyint, @vendorid int ;

SELECT @creditrating = v.CreditRating, @vendorid = p.VendorID
FROM Purchasing.PurchaseOrderHeader p
     JOIN inserted i ON p.PurchaseOrderID = i.PurchaseOrderID JOIN
     Purchasing.Vendor v ON v.VendorID = i.VendorID ;

IF @creditrating = 5
    RAISERROR ('This vendor''s credit rating is too low to accept new purchase
orders.', 16, 1) ;

END
```

# Управление триггерами

- Отключение/включение триггера:
  - `DISABLE/ENABLE TRIGGER trigger_name ON object_name`
- Отключение/включение всех триггеров таблицы:
  - `DISABLE/ENABLE TRIGGER ALL ON object_name`
- Изменение триггера:
  - `ALTER TRIGGER trigger_name ...`
- Удаление триггера:
  - `DROP TRIGGER trigger_name`

# Изменение триггера

```
ALTER TRIGGER tr_name
```

```
ON on_board
```

```
after UPDATE
```

```
AS
```

```
update on_board set iks='b' where id in (select  
id from inserted)
```

# Удаление триггера

- DROP TRIGGER tr\_name



# Активация/деактивация триггера

- `DISABLE TRIGGER {trigger_name [ ,...n ] | ALL }  
ON { object_name } ;`
- `ENABLE TRIGGER {trigger_name [ ,...n ] | ALL }  
ON { object_name }`

# Применение триггеров

- Защита
  - Запрещение доступа в зависимости от значений данных
- Учет
  - Ведение журналов изменений
- Целостность данных
  - Сложные правила целостности
  - Сложная ссылочная целостность
- Производные данные
  - автоматическое вычисление значений

# Типы триггеров

Функция	Триггер AFTER	Триггер INSTEAD OF
Сущности	Таблицы	Таблицы и представления
Количество триггеров на таблицу/представление	Несколько на одно событие	Один триггер на одно событие
Каскадные ссылки	Нет ограничений	INSTEAD OF UPDATE и DELETE нельзя определять для таблиц, на которые распространяются каскадные ограничения ссылочной целостности.
Выполнение	После следующих операций: <ul style="list-style-type: none"><li>• Обработка ограничений.</li><li>• Декларативные ссылочные действия.</li><li>• Создание таблиц <b>inserted</b> и <b>deleted</b>.</li><li>• Действие, запускающее триггер.</li></ul>	Перед следующей операцией: <ul style="list-style-type: none"><li>• Обработка ограничений.</li></ul> Вместо следующей операции: <ul style="list-style-type: none"><li>• Действие, запускающее триггер.</li></ul> После следующих операций: <ul style="list-style-type: none"><li>• Создание таблиц <b>inserted</b> и <b>deleted</b>.</li></ul>

# DDL - trigger

- Триггеры DDL могут быть использованы в административных задачах, таких как аудит и регулирование операций базы данных.
- Действие этих триггеров распространяется на все команды одного типа во всей базе данных или на всем сервере.

# DDL - триггеры

- Триггеры DDL, как и обычные триггеры, вызывают срабатывание хранимых процедур в ответ на событие.
- Срабатывают в ответ на разнообразные события языка определения данных (DDL).
- Эти события в основном соответствуют инструкциям языка Transact-SQL, начинающимся ключевыми словами CREATE, ALTER или DROP.

# Задачи для DDL - триггеров

- Предотвратить внесение определенных изменений в схему базы данных.
- Выполнить в базе данных некоторые действия в ответ на изменения в схеме базы данных.
- Записывать изменения или события схемы базы данных.
- Триггеры DDL срабатывают только после выполнения соответствующих инструкций DDL. Триггеры DDL нельзя использовать в качестве триггеров INSTEAD OF.

```
CREATE TRIGGER trigger_name
ON { DATABASE | ALL SERVER }
{ FOR | AFTER } { event_type | event_group }
AS
{ sql_statement [ ; ] [ ,...n ] [ ; ] }
```

# Создание/удаление DDL-тр

```
CREATE TRIGGER ddl_trig_database  
ON ALL SERVER  
FOR CREATE_DATABASE  
AS  
    PRINT 'Database Created.'
```

```
DROP TRIGGER ddl_trig_database  
ON ALL SERVER;
```



# DDL - trigger

```
CREATE TRIGGER safety  
ON DATABASE  
FOR DROP_TABLE, ALTER_TABLE AS  
PRINT 'You must disable Trigger "safety" to  
drop or alter tables!'  
ROLLBACK ;
```

- Для одной инструкции Transact-SQL можно создать несколько триггеров DDL.
- Триггер DDL и инструкция, приводящая к его срабатыванию, выполняются в одной транзакции.
- Откат событий ALTER DATABASE, возникших внутри триггера DDL, невозможен.
- Триггеры DDL выполняются только после завершения инструкции Transact-SQL. Триггеры DDL нельзя использовать в качестве триггеров INSTEAD OF.
- Триггеры DDL не создают таблицы inserted и deleted.

# Logon - trigger

- Триггеры входа выполняют хранимые процедуры в ответ на событие LOGON. Это событие вызывается при установке пользовательского сеанса с экземпляром SQL Server.
- Триггеры входа срабатывают после завершения этапа проверки подлинности при входе, но перед тем, как пользовательский сеанс реально устанавливается.

# Logon - trigger

```
CREATE TRIGGER trigger_name  
ON ALL SERVER  
{ FOR| AFTER } LOGON  
AS { sql_statement }
```