Урок 8

Хранимые процедуры и функции, триггеры

## 

[Хранимые процедуры и функции](#_a87pq6wf3svj)

[Параметры процедур и функций](#_pk2umztsa85e)

[Ветвление](#_kdbs9buvqkp)

[Циклы](#_d7zokqrs8tuy)

[Обработка ошибок](#_n3z06p5yptbs)

[Курсоры](#_wtggwj9y7cu)

[Триггеры](#_o2lixyvo4vvi)

[Используемые источники](#_w5vh0mt0cjmc)

# 

# 

# Хранимые процедуры и функции

Хранимые процедуры и функции позволяют сохранить последовательность SQL-операторов и вызывать их по имени функции или процедуры:

* CREATE PROCEDURE procedure\_name
* CREATE FUNCTION function\_name

Разница между процедурой и функцией заключается в том, что функции возвращают значение и их можно встраивать в SQL-запросы, в то время как хранимые процедуры вызываются явно.

Для создания хранимой процедуры предназначен оператор CREATE PROCEDURE, после которого указывается имя процедуры. Давайте создадим процедуру, которая выводит текущую версию MySQL-сервера:

|  |
| --- |
| CREATE PROCEDURE my\_version () BEGIN  SELECT VERSION(); END |

После команды **CREATE PROCEDURE** указывается имя процедуры и круглые скобки, в которых обычно указывают входящие и исходящие параметры. Мы рассмотрим их чуть позже в рамках текущего урока.

Между ключевыми словами **BEGIN** и **END** размещаются SQL-команды, которые выполняются всякий раз при вызове хранимой процедуры. Итак, нажимаем **ALT + X**, чтобы выполнить запросы.

Чтобы воспользоваться только что созданной хранимой процедурой, используем команду **CALL**, после которой указываем имя вызываемой процедуры:

|  |
| --- |
| CALL my\_version(); |

Мы получили текущую версию MySQL-сервера. Чтобы получить список хранимых процедур, можно воспользоваться командой **SHOW PROCEDURE STATUS**:

|  |
| --- |
| SHOW PROCEDURE STATUS LIKE 'my\_version%'\G |

Команда возвращает список хранимых процедур и функций. При использовании ключевого слова **LIKE** можно вывести информацию только о тех процедурах, имена которых удовлетворяют шаблону. Для просмотра списка хранимых функций предназначена аналогичная команда **SHOW FUNCTION STATUS**.

Вывод довольно объемный и пользоваться командами **SHOW** не очень удобно, поэтому при наличии прав доступа можно обратиться к системной базе данных mysql, где хранимые процедуры и функции лежат в таблице **proc**.

|  |
| --- |
| SELECT name, type FROM mysql.proc LIMIT 10; |

Пользоваться обычным SELECT-запросом гораздо удобнее, можно извлекать только ту информацию, которая действительно необходима. После того, как хранимая процедура уже создана, посмотреть ее содержимое можно при помощи команды **SHOW CREATE PROCEDURE**:

|  |
| --- |
| SHOW CREATE PROCEDURE my\_version\G |

Для удаления хранимых процедур и функций предназначены операторы **DROP PROCEDURE** и **DROP FUNCTION**. Давайте удалим процедуру **my\_version**:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE my\_version; |

Попытка удаления несуществующей хранимой процедуры вызывает ошибку:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE my\_version; |

Синтаксис команды допускает использование ключевого слова **IF EXISTS**:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS my\_version; |

В этом случае, если хранимой процедуры уже не существует, команда завершается без сообщения об ошибке.

Создание и использование хранимой функции немного отличается от создания и использования хранимой процедуры. Давайте сразу разместим команду удаления хранимой функции, чтобы мы могли многократно вызывать файл **func.sql**:

|  |
| --- |
| CREATE FUNCTION get\_version () RETURNS TEXT DETERMINISTIC BEGIN  RETURN VERSION(); END |

Функция создается командой **CREATE FUNCTION**, после которой идет имя функции. Хранимая функция встраивается в SQL-запросы, как обычная mysql-функция. Она должна возвращать значение. Ключевое слово **RETURNS** указывает возвращаемый тип, например **TEXT** мы можем заменить на **VARCHAR(255)**. Ключевое слово **DETERMINISTIC** (дэтеминистик) сообщает, что результат функции детерминирован, т.е., при каждом вызове будет возвращаться одно и то же значение, и если его закешировать в рамках запроса, ничего страшного не произойдет. Если значения, которые возвращает функция, каждый раз различны, то перед **DETERMINISTIC** (дэтеминистик) следует добавить отрицание **NOT**. Далее следует тело функции, которое размещается между ключевыми словами **BEGIN** и **END**. Внутри тела обязательно должно присутствовать ключевое слово **RETURN**, которое возвращает результат вычисления. В данном случае мы просто возвращаем результат вызова mysql-функции **VERSION()**.

Для вызова хранимой функции не требуется специальной команды, как в случае хранимых процедур. Порядок их вызова совпадает с порядком вызова встроенных функций MySQL:

|  |
| --- |
| SELECT get\_version(); |

Основная трудность, которая возникает при работе с хранимыми процедурами и функциями, заключается в том, что символ точки с запятой (**;**) используется в теле запроса для разделения SQL-команд.

Создание хранимой процедуры или функции — это тоже команда, которая тоже должна завершаться точкой с запятой. В результате возникает конфликт.

|  |
| --- |
| DROP FUNCTION IF EXISTS get\_version; CREATE FUNCTION get\_version () RETURNS TEXT DETERMINISTIC BEGIN  RETURN VERSION(); END |

Чтобы его избежать, во всех клиентах предусмотрена возможность переназначать признак окончания запроса, в консольном клиенте **mysql** это осуществляется при помощи команды **DELIMITER**.

|  |
| --- |
| DELIMITER // SELECT VERSION()// DELIMITER ; SELECT VERSION(); |

Давайте снова назначим разделителем два слеша:

|  |
| --- |
| DELIMITER // |

Теперь мы можем воспользоваться новым разделителем

|  |
| --- |
| CREATE FUNCTION get\_version () RETURNS TEXT DETERMINISTIC BEGIN  RETURN VERSION(); END// |

# Параметры процедур и функций

Хранимые процедуры и функции могут использовать параметры. Параметры могут передавать значения внутрь функции и извлекать результаты вычисления. Для этого каждый из параметров снабжается одним из атрибутов: **IN**, **OUT** или **INOUT**.

Параметр **param\_name** предваряет одно из ключевых слов **IN**, **OUT**, **INOUT**, которые позволяют задать направление передачи данных:

* **IN** — данные передаются строго внутрь хранимой процедуры, но если параметру с данным модификатором внутри функции присваивается новое значение, по выходу из нее оно не сохраняется и параметр принимает значение, которое он имел до вызова процедуры.
* **OUT** — данные передаются строго из хранимой процедуры. Даже если параметр имеет какое-то начальное значение, внутри хранимой процедуры оно не принимается во внимание. С другой стороны, если параметр изменяется внутри процедуры, после ее вызова он имеет значение, присвоенное ему внутри процедуры.
* **INOUT** — значение этого параметра как принимается во внимание внутри процедуры, так и сохраняет свое значение по выходу из нее.

Атрибуты **IN**, **OUT** и **INOUT** доступны лишь для хранимой процедуры, в хранимой функции все параметры всегда имеют атрибут **IN**.

|  |
| --- |
| DELIMITER // |

Давайте сразу установим в качестве разделителя два слеша, для этого используем команду **DELIMITER**. Создадим простейшую процедуру **get\_x**, которая принимает единственный параметр **value** и устанавливает переменную.

|  |
| --- |
| CREATE PROCEDURE set\_x (IN value INT) BEGIN  SET @x = value; END// |

Использование ключевого слова **IN** не обязательно — если ни один из атрибут не указан, СУБД MySQL считает, что параметр объявлен с атрибутом **IN**.

В теле процедуры мы используем команду **SET**, чтобы создать пользовательскую переменную **@x**. Напоминаю, что наши собственные переменные создаются с использованием символа **@**.

При вызове хранимой процедуры мы можем передать в круглых скобках значение, которое будет использоваться вместо параметра внутри хранимой функции.

|  |
| --- |
| CALL set\_x(123456)// |

Такое значение называется аргументом функции. Результатом работы процедуры будет установленная переменная **@x**:

|  |
| --- |
| SELECT @x// |

В отличие от пользовательской переменной **@x**, которая является глобальной и доступна как внутри хранимой процедуры **set\_x()**, так и вне ее, параметры функции локальны и доступны для использования только внутри функции.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS set\_x// CREATE PROCEDURE set\_x (IN value INT) BEGIN  SET @x = value;  SET value = value - 1000; END// SET @y = 10000// CALL set\_x(@y)// SELECT @x, @y// |

Хранимая процедура **set\_x()** принимает единственный IN-параметр **value**, при помощи оператора **SET** его значение изменяется внутри функции. Однако после выполнения хранимой процедуры значение пользовательской переменной **@y**, переданной функции в качестве параметра, не изменяется.

Если требуется, чтобы значение переменной менялось, необходимо объявить параметр процедуры с модификатором **OUT**.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS set\_x// CREATE PROCEDURE set\_x (OUT value INT) BEGIN  SET @x = value;  SET value = 1000; END// SET @y = 10000// CALL set\_x(@y)// SELECT @x, @y// |

При использовании модификатора **OUT** любые изменения параметра внутри процедуры отражаются на аргументе. Передача в качестве значения пользовательской переменной позволяет использовать результат процедуры для дальнейших вычислений. Однако передать значение внутрь функции при помощи OUT-параметра уже не получится.

Чтобы через параметр можно было и передать значение внутрь процедуры, и получить значение, которое попадает в параметр в результате вычислений внутри процедуры, его следует объявить с атрибутом **INOUT**:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS set\_x// CREATE PROCEDURE set\_x (INOUT value INT) BEGIN  SET @x = value;  SET value = value - 1000; END// SET @y = 10000// CALL set\_x(@y)// SELECT @x, @y// |

До этого момента локальные переменные в хранимой процедуре или функции объявлялись как входящие или исходящие параметры, однако это не всегда удобно.

Часто требуется локальная переменная без необходимости передавать или возвращать с ее помощью какие-либо значения:

|  |
| --- |
| CREATE PROCEDURE declare\_var () BEGIN  DECLARE id, num INT(11) DEFAULT 0;  DECLARE name, hello, temp TINYTEXT; END// |

Объявить такую переменную можно при помощи команды **DECLARE**. Один оператор **DECLARE** позволяет объявить сразу несколько переменных одного типа, причем необязательное слово **DEFAULT** позволяет назначить инициирующее значение. Те переменные, для которых не указывается ключевое слово **DEFAULT**, можно инициировать при помощи команды **SET.** Позже в ролике мы остановимся на этом подробнее. Команда **DECLARE** может появляться только внутри блока **BEGIN...END**, область видимости объявленной переменной также ограничена этим блоком.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS declare\_var// CREATE PROCEDURE declare\_var () BEGIN  DECLARE var TINYTEXT DEFAULT 'внешняя переменная';  BEGIN  DECLARE var TINYTEXT DEFAULT 'внутренняя переменная';  SELECT var;  END;  SELECT var; END// CALL declare\_var()// |

Это означает, что в разных блоках **BEGIN...END** могут быть объявлены переменные с одинаковым именем, и действовать они будут только в рамках одного блока, не пересекаясь с переменными других.

|  |
| --- |
| CREATE PROCEDURE one\_declare\_var () BEGIN  DECLARE var TINYTEXT DEFAULT 'внешняя переменная';  BEGIN  SELECT var;  END;  SELECT var; END// |

Однако переменная, объявленная во внешнем блоке **BEGIN...END**, будет доступна во вложенном блоке, если не будет объявлено экранирующей ее переменной.

|  |
| --- |
| CALL one\_declare\_var()// |

Помимо ключевого слова **DEFAULT**, позволяющего присваивать значение переменной при ее объявлении допускается присвоение значения переменной по мере работы процедуры или функции. Существует два способа назначить переменной новое значение:

* Команда **SET**.
* Команда **SELECT ... INTO ... FROM**.

Ниже приводится типичный способ использования **SET**: переменной **var** сначала присваивается значение 100, а второй оператор **SET** увеличивает значение переменной **var** на единицу.

|  |
| --- |
| SET var = 100; SET var = var + 1; |

Команда **SELECT … INTO … FROM** позволяет сохранять результаты SELECT-запроса без их немедленного вывода и без использования внешних переменных.

|  |
| --- |
| SELECT id, data INTO x, y FROM test LIMIT 1; |

Тут в примере значения полей **id** и **data** из таблицы **test** присваивается локальным переменным **x** и **y**.

Давайте создадим функцию, которая принимает в качестве аргумента количество секунд и возвращает строку, в которой сообщается, сколько дней, часов, минут и секунд входит в интервал.

|  |
| --- |
| DROP FUNCTION IF EXISTS second\_format; CREATE FUNCTION second\_format (seconds INT) RETURNS VARCHAR(255) DETERMINISTIC BEGIN  RETURN ''; END |

Давайте начнем с такой заготовки:

|  |
| --- |
| DROP FUNCTION IF EXISTS second\_format; CREATE FUNCTION second\_format (seconds INT) RETURNS VARCHAR(255) DETERMINISTIC BEGIN  DECLARE days, hours, minutes INT;  RETURN ''; END |

Объявляем дни, часы и минуты:

|  |
| --- |
| DROP FUNCTION IF EXISTS second\_format; CREATE FUNCTION second\_format (seconds INT) RETURNS VARCHAR(255) DETERMINISTIC BEGIN  DECLARE days, hours, minutes INT;   SET days = FLOOR(seconds / 86400);  SET seconds = seconds - days \* 86400;  SET hours = FLOOR(seconds / 3600);  SET seconds = seconds - hours \* 3600;  SET minutes = FLOOR(seconds / 60);  SET seconds = seconds - minutes \* 60;   RETURN CONCAT(days, " days ",  hours, " hours ",  minutes, " minutes ",  seconds, " seconds"); END |

И используем mysql-функцию **CONCAT()**, чтобы соединить результаты в строки:

|  |
| --- |
| SELECT second\_format(123456)// |

Итак, мы познакомились с командой **SET**, теперь давайте более подробно поговорим о команде **SELECT** и особенностях ее использования внутри хранимых процедур и функций.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS numcatalogs// CREATE PROCEDURE numcatalogs (OUT total INT) BEGIN  SELECT COUNT(\*) INTO total FROM catalogs; END// |

Давайте создадим процедуру **numcatalogs**, которая возвращает количество строк в таблице **catalogs**. Хранимая процедура **numcatalogs()** имеет один целочисленный (**INT**) параметр **total**, в который сохраняется количество записей в таблице **catalogs**.

Осуществляется это при помощи команды **SELECT** и дополнительного ключевого слова **INTO**, который позволяет сохранять результаты непосредственно в выходном параметре **total** функции **numcatalogs**.

|  |
| --- |
| CALL numcatalogs(@a)// SELECT @a// |

Если команда **SELECT** возвращает несколько значений, их можно принять в несколько переменных; для этого их достаточно перечислить через запятую.

# Ветвление

Оператор **IF** позволяет реализовать ветвление программы по условию. **IF** принимает значение либо **TRUE** (истину), либо **FALSE** (ложь). В MySQL **TRUE** и **FALSE** — константы для целочисленных значений 1 и 0. Если логическое выражение истинно, **IF** выполняет SQL-выражения, которые размещаются в теле команды между ключевыми словами **THEN** и **END IF**.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS format\_now// CREATE PROCEDURE format\_now (format CHAR(4)) BEGIN  IF(format = 'date') THEN  SELECT DATE\_FORMAT(NOW(), "%d.%m.%Y") AS format\_now;  END IF;  IF(format = 'time') THEN  SELECT DATE\_FORMAT(NOW(), "%H:%i:%s") AS format\_now;  END IF; END// |

Давайте вызовем процедуру:

|  |
| --- |
| CALL format\_now('date')// CALL format\_now('time')// |

Команда **IF** поддерживает ключевое слово **ELSE**. Давайте перепишем процедуру **format\_now** c использованием **ELSE**:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS format\_now// CREATE PROCEDURE format\_now (format CHAR(4)) BEGIN  IF(format = 'date') THEN  SELECT DATE\_FORMAT(NOW(), "%d.%m.%Y") AS format\_now;  ELSE  SELECT DATE\_FORMAT(NOW(), "%H:%i:%s") AS format\_now;  END IF; END// |

Если параметр **format** равен **'date'**, условие в **IF** является истинным, выполняется первый блок, выводящий текущую дату. Если аргумент принимает любое другое условие, условие в **IF** является ложным и запрос выполняется в блоке **ELSE**.

Оператор **IF** позволяет выбрать и большее число альтернатив. Для этого используются дополнительные условия после ключевого слова **ELSEIF**:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS format\_now// CREATE PROCEDURE format\_now (format CHAR(4)) BEGIN  IF(format = 'date') THEN  SELECT DATE\_FORMAT(NOW(), "%d.%m.%Y") AS format\_now;  ELSEIF (format = 'time') THEN  SELECT DATE\_FORMAT(NOW(), "%H:%i:%s") AS format\_now;  ELSE  SELECT UNIX\_TIMESTAMP(NOW()) AS format\_now;  END IF; END// |

Процедуру **format\_now()** можно изменить таким образом, чтобы она выводила количество секунд, прошедших с полуночи первого января 1970 года. Таким образом, аргумент **format** по-прежнему может принимать значения **'date'** и **'time'** для вывода даты и времени в строковом представлении. Если задан любой другой аргумент — выводится количество секунд, прошедших с полуночи первого января 1970 года:

|  |
| --- |
| CALL format\_now('secs')// |

Под множественный выбор в MySQL предназначен оператор **CASE**:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS format\_now// CREATE PROCEDURE format\_now (format CHAR(4)) BEGIN  CASE format  WHEN 'date' THEN  SELECT DATE\_FORMAT(NOW(), "%d.%m.%Y") AS format\_now;  WHEN 'time' THEN  SELECT DATE\_FORMAT(NOW(), "%H:%i:%s") AS format\_now;  WHEN 'secs' THEN  SELECT UNIX\_TIMESTAMP(NOW()) AS format\_now;  ELSE  SELECT 'Ошибка в параметре format';  END CASE; END//  CALL format\_now ('date')// CALL format\_now ('secs')// CALL format\_now ('four')// |

# Циклы

Циклы являются важнейшей конструкцией, без которой хранимые процедуры и функции не имели бы достаточно функциональности. Таблицы, как правило, имеют множество записей, поэтому циклическая обработка данных встречается в SQL-программировании достаточно часто.

MySQL предоставляет три цикла: **while**, **repeat** и **loop.** Их можно использовать в теле хранимой процедуры или функции, т.е., между ключевыми словами **BEGIN** и **END**.

|  |
| --- |
| CREATE PROCEDURE NOW3 () BEGIN  DECLARE i INT DEFAULT 3;  WHILE i > 0 DO  SELECT NOW();  SET i = i - 1;  END WHILE; END// |

Здесь в процедуре **NOW3** используется цикл **WHILE** для трехкратного вывода даты и времени. Цикл начинается с ключевого слова **WHILE**, после которого следует условие. Условие вычисляется на каждой итерации цикла: если оно возвращает истину (**TRUE**), очередная итерация выполняется, если при очередной проверке оно будет ложным (**FALSE**), цикл завершит работу.

Чтобы не создать бесконечный цикл, условие подбирается таким образом, чтобы рано или поздно оно становилось ложным и цикл прекращал свою работу. Цикл **while**, в свою очередь, сам имеет тело, начало которого обозначается ключевым словом **DO**, а завершение — ключевым словом **END WHILE**.

Все команды, которые располагаются между этими ключевыми словами, выполняются на каждой итерации цикла. Обратите внимание: перед циклом мы заводим переменную **i**, которой при помощи ключевого слова **DEFAULT** устанавливаем значение 3.

На каждой итерации мы уменьшаем значение **i** на единицу: пока **i** больше нуля, условие цикла остается истинным. Как только значение уменьшается до 0, условие возвращает **FALSE** и цикл завершает работу. Таким образом, текущая дата будет выведена только три раза. Давайте в этом убедимся.

|  |
| --- |
| CALL NOW3()// |

Количество повторов не обязательно задавать внутри хранимой процедуры. Например, мы можем задать его в качестве входящего параметра.

|  |
| --- |
| CREATE PROCEDURE NOWN (IN num INT) BEGIN  DECLARE i INT DEFAULT 0;  IF (num > 0) THEN  WHILE i < num DO  SELECT NOW();  SET i = i + 1;  END WHILE;  ELSE  SELECT 'Ошибочное значение параметра';  END IF; END// |

При помощи оператора **IF** можем убедиться, что заданное значение больше 0 и использовать его в условии оператора **while**. Обратите внимание: на этот раз локальная переменная **i** пробегает значение от 0 до заданного в параметре **num**. Как только оно достигает заданного пользователем значения, условие становится ложным и цикл прекращает работу.

Давайте запустим процедуру на выполнение:

|  |
| --- |
| CALL NOWN(2)// |

Итак, у нас выводится только две даты. Для досрочного выхода из цикла предназначен оператор **LEAVE**. Давайте ограничим цикл в процедуре **NOWN** только двумя итерациями, т.е., сколько бы выводов пользователь ни заказывал, максимальное количество, которое будет доступно — 2.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS NOWN// CREATE PROCEDURE NOWN (IN num INT) BEGIN  DECLARE i INT DEFAULT 0;  IF (num > 0) THEN  cycle: WHILE i < num DO  IF i >= 2 THEN LEAVE cycle;  END IF;  SELECT NOW();  SET i = i + 1;  END WHILE cycle;  ELSE  SELECT 'Ошибочное значение параметра';  END IF; END// |

В тело цикла добавляется дополнительное if-условие, не допускающее достижение счетчика **i** значения 2. Как только условие срабатывает, выполняется команда **LEAVE**. Циклы можно вкладывать друг в друга, поэтому, чтобы команда **LEAVE** понимала, какой из циклов следует останавливать, ей всегда передается метка цикла, в данном случае **cycle**. Эту метку мы должны поместить перед ключевым словом **WHILE** и после ключевого слова **END WHILE**.

Давайте запросим заведомо огромное значение, например 1000:

|  |
| --- |
| CALL NOWN(1000)// |

Как видим, выводятся только две даты, у нас сработал досрочный выход из цикла.

Еще один оператор, выполняющий досрочное прекращение цикла — **ITERATE**. В отличие от оператора **LEAVE**, **ITERATE** не прекращает выполнение цикла, он лишь досрочно прекращает текущую итерацию.

Давайте создадим хранимую процедуру, которая продемонстрирует **ITERATE** на практике:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS numbers\_string// CREATE PROCEDURE numbers\_string (IN num INT) BEGIN  DECLARE i INT DEFAULT 0;  DECLARE bin TINYTEXT DEFAULT '';  IF (num > 0) THEN  cycle : WHILE i < num DO  SET i = i + 1;  SET bin = CONCAT(bin, i);  IF i > CEILING(num / 2) THEN ITERATE cycle;  END IF;  SET bin = CONCAT(bin, i);  END WHILE cycle;  SELECT bin;  ELSE  SELECT 'Ошибочное значение параметра';  END IF; END//  CALL numbers\_string(9)// |

Внутри цикла счетчик **i** пробегает значения от 1 до 9, на каждой итерации значение счетчика добавляется к строке **bin**. Если if-условие ложное, то значение добавляется два раза, если истинное, срабатывает оператор **ITERATE** и текущая итерация завершается досрочно. Именно поэтому в результатах мы видим удвоенные цифры до 5 и одиночные цифры после 5.

Оператор **REPEAT** похож на оператор **WHILE**.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS NOW3// CREATE PROCEDURE NOW3 () BEGIN  DECLARE i INT DEFAULT 3;  REPEAT  SELECT NOW();  SET i = i - 1;  UNTIL i <= 0  END REPEAT; END// |

Однако условие для покидания цикла располагается не в начале тела цикла, а в конце. В результате тело цикла в любом случае выполняется хотя бы один раз. В конце цикла после ключевого слова **UNTIL** располагается условие; если оно истинно, работа цикла прекращается, если ложно, происходит еще одна итерация.

Эта хранимая процедура должна выполняться в теле цикла три раза. Давайте в этом убедимся.

|  |
| --- |
| CALL NOW3()// |

Цикл **LOOP**, в отличие от операторов **WHILE** и **REPEAT**, не имеет условий выхода. Поэтому он должен обязательно иметь в составе оператор **LEAVE**.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS NOW3// CREATE PROCEDURE NOW3 () BEGIN  DECLARE i INT DEFAULT 3;  cycle: LOOP  SELECT NOW();  SET i = i - 1;  IF i <= 0 THEN LEAVE cycle;  END IF;  END LOOP cycle; END// |

Так как мы используем оператор **LEAVE**, мы должны разместить перед ключевым словом **LOOP** и после **END LOOP** метку. Здесь она называется **cycle**.

Запускаем процедуру на выполнение.

|  |
| --- |
| CALL NOW3()// |

# Обработка ошибок

Во время выполнения хранимых процедур и функций могут происходить самые разнообразные ошибки. Поэтому СУБД MySQL поддерживает обработчики ошибок, которые позволяют каждой ошибке назначить свой собственный обработчик.

Кроме того, обработчик, в зависимости от ситуации и серьезности ошибки, может как прекратить, так и продолжить выполнение процедуры.

|  |
| --- |
| SHOW CREATE TABLE catalogs\G |

Давайте смоделируем ошибку. Так как поле **id** объявлено первичным ключом, его значения обязаны быть строго уникальными. Добавление в таблицу значений, совпадающих с одним из тех, которые в ней уже есть, приведет к возникновению ошибочной ситуации.

|  |
| --- |
| SELECT \* FROM catalogs// INSERT INTO catalogs VALUES (1, 'Процессоры')// |

Номер 23000 — код ошибки, возникающей при попытке вставить уже существующее значение в уникальный столбец. Мы можем обработать код ошибки при помощи команды **DECLARE ... HANDLER FOR**. Эта команда может появляться только в теле хранимых функций и процедур.

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS insert\_to\_catalog// CREATE PROCEDURE insert\_to\_catalog (IN id INT, IN name VARCHAR(255)) BEGIN  DECLARE CONTINUE HANDLER FOR SQLSTATE '23000' SET @error = 'Ошибка вставки значения';  INSERT INTO catalogs VALUES(id, name);  IF @error IS NOT NULL THEN  SELECT @error;  END IF; END//  SELECT \* FROM catalogs//  CALL insert\_to\_catalog(4, 'Оперативная память')// CALL insert\_to\_catalog(1, 'Процессоры')// |

Если результирующий запрос возвращает одну запись, поместить результаты в промежуточные переменные можно при помощи оператора **SELECT...INTO...FROM**. Однако результирующие таблицы чаще содержат несколько записей, и использование такого запроса совместно с оператором **SELECT...INTO...FROM** приводит к возникновению ошибки:

|  |
| --- |
| DROP PROCEDURE IF EXISTS catalog\_id// CREATE PROCEDURE catalog\_id (OUT total INT) BEGIN  SELECT id INTO total FROM catalogs; END//  CALL catalog\_id(@total)// |

Избежать возникновения ошибки можно, добавив **LIMIT 1** или назначив обработчик ошибок. Однако функция будет реализовывать совсем не то поведение, которое ожидает пользователь. Чаще всего требуется обработать именно многострочную результирующую таблицу.

# Курсоры

Решить эту задачу можно при помощи курсоров, которые представляют собой своеобразные циклы, специально предназначенные для обхода результирующих таблиц.



Работа с курсорами похожа на работу с файлами — сначала происходит открытие курсора, затем чтение и после закрытие.

1. При помощи инструкции **DECLARE CURSOR** имя курсора связывается с выполняемым запросом.

2. Оператор **OPEN** выполняет запрос, связанный с курсором, и устанавливает курсор перед первой записью результирующей таблицы.

3. Оператор **FETCH** помещает курсор на первую запись результирующей таблицы и извлекает данные из записи в локальные переменные хранимой процедуры. Повторный вызов оператора **FETCH** приводит к перемещению курсора к следующей записи, и так до тех пор, пока записи в результирующей таблице не будут исчерпаны. Эту операцию удобно осуществлять в цикле.

4. Оператор **CLOSE** прекращает доступ к результирующей таблице и ликвидирует связь между курсором и результирующей таблицей.

Давайте в качестве примера создадим копию таблицы **catalogs** учебной базы данных **shop**. Эту дублирующую таблицу назовем **upcase\_catalogs** и поместим в нее записи из оригинальной таблицы, только приведем названия разделов к верхнему регистру.



Мы не знаем заранее, сколько записей может быть в таблице **catalogs**, поэтому проще всего обойти ее при помощи курсора.

Давайте создадим таблицу.

|  |
| --- |
| DROP TABLE IF EXISTS upcase\_catalogs// CREATE TABLE upcase\_catalogs (  id SERIAL PRIMARY KEY,  name VARCHAR(255) COMMENT 'Название раздела' ) COMMENT = 'Разделы интернет-магазина'//  DROP PROCEDURE IF EXISTS copy\_catalogs// CREATE PROCEDURE copy\_catalogs () BEGIN  DECLARE id INT;  DECLARE is\_end INT DEFAULT 0;  DECLARE name TINYTEXT;   DECLARE curcat CURSOR FOR SELECT \* FROM catalogs;  DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND SET is\_end = 1;   OPEN curcat;   cycle : LOOP  FETCH curcat INTO id, name;  IF is\_end THEN LEAVE cycle;  END IF;  INSERT INTO upcase\_catalogs VALUES(id, UPPER(name));  END LOOP cycle;   CLOSE curcat; END//  Внутри хранимой процедуры мы */\* Объявляем локальные переменные \*/* */\* Объявляем курсор \*/* */\* Объявляем обработчик для ситуации, когда курсор достигает  конца результирующей таблицы \*/* */\* Открываем курсор при помощи ключевого слова OPEN \*/* */\* В цикле читаем данные из курсора и формируем запись для таблицы upcase\_catalogs \*/* */\* В конце закрываем курсор при помощи команды CLOSE \*/*  CALL copy\_catalogs()// SELECT \* FROM upcase\_catalogs// |

Как хранимая процедура заполняет таблицу **upcase\_catalogs** записями из таблицы **catalogs**, переводя названия разделов в верхний регистр.

# Триггеры

Триггер — специальная хранимая процедура, привязанная к событию изменения содержимого таблицы.

Существуют три события изменения таблицы, к которым можно привязать триггер: это изменение содержимого таблицы при помощи команд **INSERT**, **DELETE** и **UPDATE**. Триггеры могут выполняться до и после каждой из этих команд, поэтому существуют три BEFORE- и три AFTER-триггера, которые на рисунке обозначены белыми прямоугольниками.



|  |
| --- |
| CREATE TRIGGER catalogs\_count AFTER INSERT ON catalogs FOR EACH ROW BEGIN  SELECT COUNT(\*) INTO @total FROM catalogs; END// |

Для создания триггера используется команда **CREATE TRIGGER**. После команды следует имя триггера, далее при помощи ключевого слова **AFTER** указывается, что триггер запускается уже после выполнения команды. В данном случае — после команды **INSERT** для таблицы **catalogs**.

Между ключевыми словами **BEGIN** и **END** располагается тело триггера. Внутри составного тела триггера между ключевыми словами **BEGIN** и **END** допускаются все специфичные для хранимых процедур операторы и конструкции.

В триггере мы извлекаем количество записей в таблице **catalogs** и помещаем это значение в переменную **@total**. Воспользуемся триггером. Для этого достаточно вставить новую запись в таблицу catalogs:

|  |
| --- |
| INSERT INTO catalogs VALUES (NULL, 'Мониторы')// |

Извлечем записи:

|  |
| --- |
| SELECT \* FROM catalogs; |

И давайте убедимся, что переменная **@total** установлена:

|  |
| --- |
| SELECT @total// |

Получить список триггеров можно при помощи команды **SHOW TRIGGERS**:

|  |
| --- |
| SHOW TRIGGERS\G |

За удаление отвечает команда **DROP TRIGGER**. Давайте удалим ранее созданный триггер **catalogs\_count**:

|  |
| --- |
| DROP TRIGGER catalogs\_count// |

Попытка удаления несуществующего триггера завершается неудачей:

|  |
| --- |
| DROP TRIGGER catalogs\_count// |

Чтобы избежать ошибки, как и во многих других командах MySQL, мы можем использовать ключевое слово **IF EXISTS**.

|  |
| --- |
| DROP TRIGGER IF EXISTS catalogs\_count// |

Триггеры очень сложно использовать, не имея доступа к новым записям, которые вставляются в таблицу, или старым записям, которые обновляются или удаляются. Для доступа к новым и старым записям используются префиксы **NEW** и **OLD** соответственно.



То есть, если в таблице обновляется поле **name**, то получить доступ к старому значению можно по имени **OLD.total**, а к новому — **NEW.total**.

Давайте создадим триггер, который при вставке новой товарной позиции в таблицу **products** будет следить за состоянием внешнего ключа **catalog\_id.** Если внешний ключ будет оставаться незаполненным, триггер будет извлекать из таблицы **catalogs** наименьший идентификатор **id** и назначать его записи.

Эти действия нужно выполнить до вставки записи в таблицу, поэтому воспользуемся BEFORE-триггером:

|  |
| --- |
| CREATE TRIGGER check\_catalog\_id\_insert BEFORE INSERT ON products FOR EACH ROW BEGIN  DECLARE cat\_id INT;  SELECT id INTO cat\_id FROM catalogs ORDER BY id LIMIT 1;  SET NEW.catalog\_id = COALESCE(NEW.catalog\_id, cat\_id); END// |

В триггере мы объявляем переменную **id** и извлекаем в нее наименьшее значение идентификатора из таблицы **catalogs**. Далее, если вставляемое значение **catalog\_id** не инициализировано, вместо него вставляется значение переменной **id**. Если пользователь передает значение **catalog\_id**, оно остается неизменным. Для доступа к данным, которые пользователь хочет вставить в таблицу **products**, мы используем ключевое слово **NEW**.

Функция **COALESCE** возвращает первое не NULL-значение и довольно интенсивно используется в SQL-программировании:

|  |
| --- |
| SELECT COALESCE(NULL, NULL, NULL, 1, 2, 3)// SELECT COALESCE(NULL, 3, NULL)// |

Давайте вставим в таблицу **products** записи без указания внешнего ключа **catalog\_id**:

|  |
| --- |
| INSERT INTO products  (name, description, price) VALUES  ('AMD RYZEN 5 1600', 'Процессор AMD', 13200.00)//  SELECT id, name, price, catalog\_id FROM products// |

Как видим, товарная позиция автоматически получает значение 1, в то же время, если мы вставим внешний ключ явно, то:

|  |
| --- |
| INSERT INTO products  (name, description, price, catalog\_id) VALUES  ('ASUS PRIME Z370-P', 'HDMI, SATA3, PCI Express 3.0,, USB 3.1', 9360.00, 2)//  SELECT id, name, price, catalog\_id FROM products// |

В таблицу попадет значение из запроса, триггер не будет вносить коррективы в параметры запроса. Итак, мы добились того, чтобы значение внешнего ключа корректировалось при вставке. Однако мы по-прежнему можем сделать поле **catalog\_id** при помощи команды **UPDATE**:

|  |
| --- |
| UPDATE products SET catalog\_id = NULL WHERE name = 'AMD RYZEN 5 1600'// SELECT id, name, price, catalog\_id FROM products// |

Мы можем создать триггер и для команды **UPDATE**. Давайте при попытке назначить полю **catalog\_id** значение будем оставлять текущее, если оно отлично от **NULL**, или заменять его не NULL-значением. Если и текущее и новое значения принимают значение **NULL**, будем назначать наименьшее значение из таблицы **catalogs**.

|  |
| --- |
| CREATE TRIGGER check\_catalog\_id\_update BEFORE UPDATE ON products FOR EACH ROW BEGIN  DECLARE cat\_id INT;  SELECT id INTO cat\_id FROM catalogs ORDER BY id LIMIT 1;  SET NEW.catalog\_id = COALESCE(NEW.catalog\_id, OLD.catalog\_id, cat\_id); END//  UPDATE products SET catalog\_id = NULL WHERE name = 'AMD RYZEN 5 1600'// SELECT id, name, price, catalog\_id FROM products//  UPDATE products SET catalog\_id = 3 WHERE name = 'MSI B250M GAMING PRO'// SELECT id, name, price, catalog\_id FROM products//  UPDATE products SET catalog\_id = NULL WHERE name = 'MSI B250M GAMING PRO'// SELECT id, name, price, catalog\_id FROM products// |

Триггеры можно использовать, чтобы присваивать другим столбцам вычисляемые значения. Пусть у нас естьь таблица **price**, которая содержит четыре столбца.

|  |
| --- |
| CREATE TABLE prices (  id SERIAL PRIMARY KEY,  processor DECIMAL (11,2) COMMENT 'Цена процессора',  mother DECIMAL (11,2) COMMENT 'Цена мат.платы',  memory DECIMAL (11,2) COMMENT 'Цена оперативной памяти',  total DECIMAL (11,2) COMMENT 'Результирующая цена' )// |

Последний столбец **total** должен содержать сумму трех других, в этом случае мы можем заполнять его автоматически при помощи триггера.

|  |
| --- |
| CREATE TRIGGER auto\_update\_price\_on\_insert BEFORE INSERT ON prices FOR EACH ROW BEGIN  SET NEW.total = NEW.processor + NEW.mother + NEW.memory; END// |

Давайте сразу создадим триггер и для обновления записи

|  |
| --- |
| CREATE TRIGGER auto\_update\_price\_on\_update BEFORE UPDATE ON prices FOR EACH ROW BEGIN  SET NEW.total = NEW.processor + NEW.mother + NEW.memory; END// |

Тело запроса в нем будет точно такое же. Давайте попробуем вставить в таблицу **price** какие-либо записи.

|  |
| --- |
| INSERT INTO prices  (processor, mother, memory) VALUES  (7890.00, 5060.00, 4800.00)//  INSERT INTO prices  (processor, mother, memory) VALUES  (12700.00, 19310.00, 6800.00)// |

Посмотрим содержимое таблицы prices:

|  |
| --- |
| SELECT \* FROM prices// |

Как видим, цена в столбце **total** обновляется автоматически. Впрочем, решить задачу можно с использованием STORED-столбцов. Давайте удалим таблицу **prices**:

|  |
| --- |
| DROP TABLE IF EXISTS prices// |

И создадим ее снова с использованием STORED-столбца:

|  |
| --- |
| CREATE TABLE prices (  id SERIAL PRIMARY KEY,  processor DECIMAL (11,2) COMMENT 'Цена процессора',  mother DECIMAL (11,2) COMMENT 'Цена мат.платы',  memory DECIMAL (11,2) COMMENT 'Цена оперативной памяти',  total DECIMAL (11,2) AS (processor + mother + memory) STORED COMMENT 'Результирующая цена' )// |

Повторно вставим записи:

|  |
| --- |
| INSERT INTO prices  (processor, mother, memory) VALUES  (7890.00, 5060.00, 4800.00)//  INSERT INTO prices  (processor, mother, memory) VALUES  (12700.00, 19310.00, 6800.00)// |

Запросим содержимое таблицы **prices**:

|  |
| --- |
| SELECT \* FROM prices// |

Как видим, добиться точно такого же эффекта можно и без триггеров. Триггеры можно использовать не только для обновления и контроля состояния полей, но и для предотвращения операций.

Например, давайте добьемся, чтобы в таблице **catalogs** всегда присутствовала хотя бы одна запись. Мы просто не будем позволять удалять последнюю запись из таблицы. Для решения этой задачи удобно воспользоваться триггером **BEFORE DELETE**.

|  |
| --- |
| CREATE TRIGGER check\_last\_catalogs BEFORE DELETE ON catalogs FOR EACH ROW BEGIN  DECLARE total INT;  SELECT COUNT(\*) INTO total FROM catalogs;  IF total <= 1 THEN  SIGNAL SQLSTATE '45000' SET MESSAGE\_TEXT = 'DELETE canceled';  END IF; END// |

Триггер подсчитывает количество строк в таблице, и если оно меньше или равно единицы, запрещает дальнейшее выполнение запроса. Для этого мы генерируем свою собственную ошибку при помощи команды **SIGNAL SQLSTATE**.

Мы задаем код 45000, который предназначен для пользовательских ошибок. Их невозможно перехватить при помощи обработчиков. Давайте попробуем последовательно удалять записи из таблицы catalogs.

|  |
| --- |
| DELETE FROM catalogs LIMIT 1// DELETE FROM catalogs LIMIT 1// DELETE FROM catalogs LIMIT 1// DELETE FROM catalogs LIMIT 1// ERROR 1644 (45000): DELETE cancelled |

Срабатывает триггер, выбрасывая ошибку с кодом 45000 и сообщением **DELETE cancelled**, которое мы задали внутри триггера. Убедимся, что таблица **catalogs** содержит по меньшей мере одну запись.

|  |
| --- |
| SELECT \* FROM catalogs// |

Так и есть, в таблице остается одна запись, и удалить ее не удастся, пока у нас есть триггер на операцию удаления.

# Используемые источники

1. <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/create-procedure.html>
2. <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/condition-handling.html>
3. <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/cursors.html>
4. Линн Бейли. Head First. Изучаем SQL. — СПб.: Питер, 2012. — 592 с.
5. Грофф, Джеймс Р., Вайнберг, Пол Н., Оппель, Эндрю Дж. SQL: полное руководство, 3-е изд. : Пер. с англ. — М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2015. — 960 с.
6. Дейт К. Дж. SQL и реляционная теория. Как грамотно писать код на SQL. — Пер. с англ. — СПб.: Символ-Плюс, 2010. — 480 с.
7. Кузнецов М.В., Симдянов И.В. MySQL на примерах. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 592с.
8. Кузнецов М.В., Симдянов И.В. MySQL 5. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 1024с.
9. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. — 1328 с.
10. Карвин Б. Программирование баз данных SQL. Типичные ошибки и их устранение. — Рид Групп, 2011. — 336 с.