

# SQL Процедуры



## **Авторские права**

© Postgres Professional, 2017–2021

Авторы: Егор Рогов, Павел Лузанов

## **Использование материалов курса**

Некоммерческое использование материалов курса (презентации, демонстрации) разрешается без ограничений. Коммерческое использование возможно только с письменного разрешения компании Postgres Professional. Запрещается внесение изменений в материалы курса.

## **Обратная связь**

Отзывы, замечания и предложения направляйте по адресу:

[edu@postgrespro.ru](mailto:edu@postgrespro.ru)

## **Отказ от ответственности**

Компания Postgres Professional не несет никакой ответственности за любые повреждения и убытки, включая потерю дохода, нанесенные прямым или непрямым, специальным или случайным использованием материалов курса. Компания Postgres Professional не предоставляет каких-либо гарантий на материалы курса. Материалы курса предоставляются на основе принципа «как есть» и компания Postgres Professional не обязана предоставлять сопровождение, поддержку, обновления, расширения и изменения.

Процедуры и их отличие от функций

Входные и выходные параметры

Перегрузка и полиморфизм

## Функции

- вызываются в контексте выражения
- не могут управлять транзакциями
- возвращают результат

## Процедуры

- вызываются оператором CALL
- могут управлять транзакциями
- могут возвращать результат

Процедуры были введены в PostgreSQL 11. Основная причина их появления состоит в том, что функции не могут управлять транзакциями. Функции вызываются в контексте какого-либо выражения, которое вычисляется как часть уже начатого оператора (например SELECT) в уже начатой транзакции. Нельзя завершить транзакцию и начать новую «посередине» выполнения оператора.

Процедуры всегда вызываются специальным оператором CALL. Если этот оператор сам начинает новую транзакцию (а не вызывается из уже начатой), то в процедуре можно использовать команды управления транзакциями.

К сожалению, процедуры, написанные на языке SQL, лишены возможности использовать команды COMMIT и ROLLBACK. Поэтому пример процедуры, управляющей транзакциями, придется отложить до темы «PL/pgSQL. Выполнение запросов».

Иногда можно услышать, что процедура отличается от функции тем, что не возвращает результат. Но это не так — процедуры тоже могут возвращать результат, если необходимо.

Вместе функции и процедуры называются *подпрограммами (routine)*.

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/sql-createprocedure>

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/sql-call>

## Процедуры без параметров

Начнем с примера простой процедуры без параметров.

```
=> CREATE TABLE t(a float);
```

CREATE TABLE

```
=> CREATE PROCEDURE fill()
```

```
AS $$
```

```
    TRUNCATE t;
```

```
    INSERT INTO t SELECT random() FROM generate_series(1,3);
```

```
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE PROCEDURE

Чтобы вызвать подпрограмму, необходимо использовать специальный оператор:

```
=> CALL fill();
```

CALL

Результат работы виден в таблице:

```
=> SELECT * FROM t;
```

```
      a
-----
0.5218168935251377
0.5037669069038984
0.1460810839970783
(3 rows)
```

Тот же эффект можно получить и с помощью функции. Функция на языке SQL тоже может состоять из нескольких операторов (не обязательно SELECT); возвращаемое значение определяется последним оператором. Можно объявить тип результата void, если фактически функция ничего не возвращает, или вернуть что-то осмысленное:

```
=> CREATE FUNCTION fill_avg() RETURNS float
```

```
AS $$
```

```
    TRUNCATE t;
```

```
    INSERT INTO t SELECT random() FROM generate_series(1,3);
```

```
    SELECT avg(a) FROM t;
```

```
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE FUNCTION

В любом случае функция вызывается в контексте какого-либо выражения:

```
=> SELECT fill_avg();
```

```
      fill_avg
-----
0.4086794409351325
(1 row)
```

```
=> SELECT * FROM t;
```

```
      a
-----
0.07753587688534935
0.7844251598765304
0.36407728604351774
(3 rows)
```

Чего нельзя достичь с помощью функции — это управления транзакциями. Но и в процедурах на языке SQL это не поддерживается (зато поддерживается при использовании других языков).

---

## Процедуры с параметрами

Добавим в процедуру входной параметр — число строк:

```
=> DROP PROCEDURE fill();
```

DROP PROCEDURE

```
=> CREATE PROCEDURE fill(nrows integer)
AS $$
    TRUNCATE t;
    INSERT INTO t SELECT random() FROM generate_series(1,nrows);
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE PROCEDURE

Точно так же, как и в случае функций, при вызове процедур фактические параметры можно передавать позиционным способом или по имени:

```
=> CALL fill(nrows => 5);
```

CALL

```
=> SELECT * FROM t;
```

```

      a
-----
0.9494250190687019
0.213211588298023
0.9256115718117108
0.6956342323033979
0.9062365716229728
(5 rows)
```

Процедуры могут также иметь INOUT-параметры, позволяющие возвращать значение. OUT-параметры пока не поддерживаются (но будут в PostgreSQL 14).

```
=> DROP PROCEDURE fill(integer);
```

DROP PROCEDURE

```
=> CREATE PROCEDURE fill(IN nrows integer, INOUT average float)
AS $$
    TRUNCATE t;
    INSERT INTO t SELECT random() FROM generate_series(1,nrows);
    SELECT avg(a) FROM t; -- как в функции
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE PROCEDURE

Попробуем:

Точно так же, как и в случае функций, при вызове процедур фактические параметры можно передавать позиционным способом или по имени:

```
=> CALL fill(5, NULL /* входное значение не используется*/);
```

```

      average
-----
0.4856546409659913
(1 row)
```

## Несколько подпрограмм с одним и тем же именем

подпрограммы различаются типами входных параметров;  
тип возвращаемого значения и выходные параметры игнорируются  
подходящая подпрограмма выбирается во время выполнения  
в зависимости от фактических параметров

## Команда CREATE OR REPLACE

при несовпадении типов входных параметров создаст новую  
перегруженную подпрограмму  
при совпадении — изменит существующую подпрограмму,  
но поменять тип возвращаемого значения нельзя

Перегрузка — это возможность использования одного и того же имени для нескольких подпрограмм (функций или процедур), отличающихся типами параметров IN и INOUT. Иными словами, *сигнатура подпрограммы* — ее имя и типы входных параметров.

При вызове подпрограммы PostgreSQL находит ту подпрограмму, которая соответствует переданным фактическим параметрам. Возможны ситуации, когда подходящую подпрограмму невозможно определить однозначно; в таком случае во время выполнения возникнет ошибка.

Перегрузку надо учитывать при использовании команды CREATE OR REPLACE (FUNCTION или PROCEDURE). Дело в том, что при несовпадении типов входных параметров будет создана новая — перегруженная — подпрограмма. Кроме того, для функций эта команда не позволяет изменить тип возвращаемого значения и типы выходных параметров.

Поэтому при необходимости следует удалять подпрограмму и создавать ее заново, но это будет уже новая подпрограмма. При удалении старой функции потребуются также удалить зависящие от нее представления, триггеры и т. п. (DROP FUNCTION ... CASCADE).

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/xfunc-overload>

## Подпрограмма, принимающая параметры разных типов

формальные параметры используют полиморфные псевдотипы (например, `anyelement`)

конкретный тип данных выбирается во время выполнения по типу фактических параметров

В некоторых случаях удобно не создавать несколько перегруженных подпрограмм для разных типов, а написать одну, принимающую параметры любого (или почти любого) типа.

Для этого в качестве типа формального параметра указывается специальный *полиморфный псевдотип*. Пока мы ограничимся одним типом — `anyelement`, который соответствует любому базовому типу, — но позже познакомимся и с другими.

Конкретный тип, с которым будет работать подпрограмма, выбирается во время выполнения по типу фактического параметра.

Если у подпрограммы определено несколько полиморфных параметров, то типы соответствующих фактических параметров должны совпадать. Иными словами, `anyelement` при каждом вызове функции обозначает какой-то один конкретный тип.

Если функция объявлена с возвращаемым значением полиморфного типа, то она должна иметь по крайней мере один входной полиморфный параметр. Конкретный тип возвращаемого значения также определяется исходя из типа фактического входного параметра.

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/extend-type-system#EXTEND-TYPES-POLYMORPHIC>

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/xfunc-sql#id-1.8.3.8.18>

## Перегруженные подпрограммы

Перегрузка работает одинаково и для функций, и для процедур. Они имеют общее пространство имен.

В качестве примера напомним функцию, возвращающую большее из двух целых чисел. (Похожее выражение есть в SQL и называется `greatest`, но мы напишем собственную функцию.)

```
=> CREATE FUNCTION maximum(a integer, b integer) RETURNS integer
AS $$
    SELECT CASE WHEN a > b THEN a ELSE b END;
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE FUNCTION

Проверим:

```
=> SELECT maximum(10, 20);
```

```
maximum
-----
      20
(1 row)
```

Допустим, мы решили сделать аналогичную функцию для трех чисел. Благодаря перегрузке, не надо придумывать для нее какое-то новое название:

```
=> CREATE FUNCTION maximum(a integer, b integer, c integer)
RETURNS integer
AS $$
SELECT CASE
    WHEN a > b THEN maximum(a,c)
    ELSE maximum(b,c)
END;
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE FUNCTION

Теперь у нас две функции с одним именем, но разным числом параметров:

```
=> \df maximum
```

```

              List of functions
Schema | Name      | Result data type | Argument data types | Type
-----+-----+-----+-----+-----
public | maximum   | integer          | a integer, b integer | func
public | maximum   | integer          | a integer, b integer, c integer | func
(2 rows)
```

И обе работают:

```
=> SELECT maximum(10, 20), maximum(10, 20, 30);
```

```
maximum | maximum
-----+-----
      20 |      30
(1 row)
```

Команда `CREATE OR REPLACE` позволяет создать подпрограмму или заменить существующую, не удаляя ее. Поскольку в данном случае функция с такой сигнатурой уже существует, она будет заменена:

```
=> CREATE OR REPLACE FUNCTION maximum(a integer, b integer, c integer)
RETURNS integer
AS $$
SELECT CASE
    WHEN a > b THEN
        CASE WHEN a > c THEN a ELSE c END
    ELSE
        CASE WHEN b > c THEN b ELSE c END
END;
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE FUNCTION

Пусть наша функция работает не только для целых чисел, но и для вещественных.

Как этого добиться? Можно было бы определить еще такую функцию:



```
=> CREATE FUNCTION maximum(a real, b real) RETURNS real
AS $$
    SELECT CASE WHEN a > b THEN a ELSE b END;
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE FUNCTION

Теперь у нас три функции с одинаковым именем:

```
=> \df maximum
```

```

                        List of functions
Schema | Name      | Result data type | Argument data types | Type
-----+-----+-----+-----+-----
public | maximum   | integer          | a integer, b integer | func
public | maximum   | integer          | a integer, b integer, c integer | func
public | maximum   | real             | a real, b real       | func
(3 rows)
```

Две из них имеют одинаковое количество параметров, но отличаются их типами:

```
=> SELECT maximum(10, 20), maximum(1.1, 2.2);
```

```

maximum | maximum
-----+-----
      20 |      2.2
(1 row)
```

Но дальше нам придется определить функции и для всех остальных типов данных, при том, что тело функции не меняется. И затем придется повторить все то же самое для варианта с тремя параметрами.

## Полиморфные функции

Здесь нам поможет полиморфный тип anyelement.

Удалим все три наши функции...

```
=> DROP FUNCTION maximum(integer, integer);
```

DROP FUNCTION

```
=> DROP FUNCTION maximum(integer, integer, integer);
```

DROP FUNCTION

```
=> DROP FUNCTION maximum(real, real);
```

DROP FUNCTION

...и затем создадим новую:

```
=> CREATE FUNCTION maximum(a anyelement, b anyelement)
RETURNS anyelement
AS $$
    SELECT CASE WHEN a > b THEN a ELSE b END;
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE FUNCTION

Такая функция должна принимать любой тип данных (а работать будет с любым типом, для которого определен оператор «больше»).

Получится?

```
=> SELECT maximum('A', 'B');
```

ERROR: could not determine polymorphic type because input has type unknown

Увы, нет. В данном случае строковые литералы могут быть типа char, varchar, text — конкретный тип нам неизвестен. Но можно применить явное приведение типов:

```
=> SELECT maximum('A'::text, 'B'::text);
```

```

maximum
-----
      B
(1 row)
```

Еще пример с другим типом:

```
=> SELECT maximum(now(), now() + interval '1 day');
```

```

      maximum
-----
2022-12-17 21:11:07.344908+03
(1 row)

```

Тип результата функции всегда будет тот же, что и тип параметров.

Важно, чтобы типы обоих параметров совпадали, иначе будет ошибка:

```

=> SELECT maximum(1, 'A');

ERROR:  invalid input syntax for type integer: "A"
LINE 1: SELECT maximum(1, 'A');
                        ^

```

В этом примере такое ограничение выглядит естественно, хотя в некоторых случаях оно может оказаться и неудобным.

Определим теперь функцию с тремя параметрами, но так, чтобы третий можно было не указывать.

```

=> CREATE FUNCTION maximum(
    a anyelement,
    b anyelement,
    c anyelement DEFAULT NULL
) RETURNS anyelement
AS $$
SELECT CASE
    WHEN c IS NULL THEN
        x
    ELSE
        CASE WHEN x > c THEN x ELSE c END
    END
FROM (
    SELECT CASE WHEN a > b THEN a ELSE b END
) max2(x);
$$ LANGUAGE sql;

```

CREATE FUNCTION

Попробуем:

```

=> SELECT maximum(10, 20, 30);

      maximum
-----
          30
(1 row)

```

Так работает. А так?

```

=> SELECT maximum(10, 20);

ERROR:  function maximum(integer, integer) is not unique
LINE 1: SELECT maximum(10, 20);
                        ^

```

HINT: Could not choose a best candidate function. You might need to add explicit type casts.

А так произошел конфликт перегруженных функций:

```

=> \df maximum

```

List of functions				
Schema	Name	Result data type	Argument data types	Type
public	maximum	anyelement	a anyelement, b anyelement	func
public	maximum	anyelement	a anyelement, b anyelement, c anyelement DEFAULT NULL::unknown	func

(2 rows)

Невозможно понять, имеем ли мы в виду функцию с двумя параметрами, или с тремя (но просто не указали последний).

Мы решим этот конфликт просто — удалим первую функцию за ненужностью.

```

=> DROP FUNCTION maximum(anyelement, anyelement);

```

DROP FUNCTION

```

=> SELECT maximum(10, 20), maximum(10, 20, 30);

```

maximum	maximum
20	30

(1 row)

Теперь все работает. А в теме «PL/pgSQL. Массивы» мы узнаем, как определять подпрограммы с произвольным числом параметров.

Можно создавать и использовать собственные процедуры  
В отличие от функций, процедуры вызываются оператором  
CALL и могут управлять транзакциями  
Для процедур и функций поддерживаются перегрузка  
и полиморфизм



1. В таблице authors имена, фамилии и отчества авторов по смыслу должны быть уникальны, но это условие никак не проверяется. Напишите процедуру, удаляющую возможные дубликаты авторов.
2. Чтобы необходимость в подобной процедуре не возникала, создайте ограничение целостности, которое не позволит появляться дубликатам в будущем.

1. В приложении возможность добавлять авторов появится в теме «PL/pgSQL. Выполнение запросов». А пока для проверки можно добавить дубликаты в таблицу вручную.

## 1. Устранение дубликатов

В целях проверки добавим второго Пушкина:

```
=> INSERT INTO authors(last_name, first_name, middle_name)
VALUES ('Пушкин', 'Александр', 'Сергеевич');
```

INSERT 0 1

```
=> SELECT last_name, first_name, middle_name, count(*)
FROM authors
GROUP BY last_name, first_name, middle_name;
```

last_name	first_name	middle_name	count
Свифт	Джонатан		1
Стругацкий	Борис	Натанович	1
Пушкин	Александр	Сергеевич	2
Стругацкий	Аркадий	Натанович	1
Толстой	Лев	Николаевич	1
Тургенев	Иван	Сергеевич	1

(6 rows)

Задачу устранения дубликатов можно решить разными способами. Например, так:

```
=> CREATE PROCEDURE authors_dedup()
AS $$
DELETE FROM authors
WHERE author_id IN (
    SELECT author_id
    FROM (
        SELECT author_id,
               row_number() OVER (
                   PARTITION BY first_name, last_name, middle_name
                   ORDER BY author_id
               ) AS rn
        FROM authors
    ) t
    WHERE t.rn > 1
);
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE PROCEDURE

```
=> CALL authors_dedup();
```

CALL

```
=> SELECT last_name, first_name, middle_name, count(*)
FROM authors
GROUP BY last_name, first_name, middle_name;
```

last_name	first_name	middle_name	count
Свифт	Джонатан		1
Стругацкий	Борис	Натанович	1
Пушкин	Александр	Сергеевич	1
Стругацкий	Аркадий	Натанович	1
Толстой	Лев	Николаевич	1
Тургенев	Иван	Сергеевич	1

(6 rows)

## 2. Ограничение целостности

Создать подходящее ограничение целостности мешает тот факт, что отчество может быть неопределенным (NULL). Неопределенные значения считаются различными, поэтому ограничение

```
UNIQUE(first_name, last_name, middle_name)
```

не помешает добавить второго Джонатана Свифта без отчества.

Задачу можно решить, создав уникальный индекс:

```
=> CREATE UNIQUE INDEX authors_full_name_idx ON authors(
    last_name, first_name, coalesce(middle_name, ''))
);
```

CREATE INDEX

Проверим:

```
=> INSERT INTO authors(last_name, first_name)
VALUES ('Свифт', 'Джонатан');
```

ERROR: duplicate key value violates unique constraint "authors\_full\_name\_idx"

DETAIL: Key (last\_name, first\_name, COALESCE(middle\_name, ''::text))=(Свифт, Джонатан, ) already exists.

```
=> INSERT INTO authors(last_name, first_name, middle_name)
VALUES ('Пушкин', 'Александр', 'Сергеевич');
```

ERROR: duplicate key value violates unique constraint "authors\_full\_name\_idx"

DETAIL: Key (last\_name, first\_name, COALESCE(middle\_name, ''::text))=(Пушкин, Александр, Сергеевич) already exists.

1. Получится ли создать в одной и той же схеме и имеющие одно и то же имя: 1) процедуру с одним входным параметром, 2) функцию с одним входным параметром того же типа, возвращающую некоторое значение? Проверьте.
2. В таблице хранятся вещественные числа (например, результаты каких-либо измерений). Напишите процедуру нормализации данных, которая умножает все числа на определенный коэффициент так, чтобы все значения попали в интервал от  $-1$  до  $1$ .  
Процедура должна возвращать выбранный коэффициент.

2. В качестве коэффициента возьмите максимальное абсолютное значение из таблицы.



## 1. Перегрузка процедур и функций

Не получится, так как в сигнатуру подпрограммы входит только имя и тип входных параметров (возвращаемое значение игнорируется), и при этом процедуры и функции имеют общее пространство имен.

```
=> CREATE PROCEDURE test(IN x integer)
AS $$
    SELECT 1;
$$ LANGUAGE sql;

CREATE PROCEDURE

=> CREATE FUNCTION test(IN x integer) RETURNS integer
AS $$
    SELECT 1;
$$ LANGUAGE sql;
```

ERROR: function "test" already exists with same argument types

В некоторых сообщениях, как и в этом, вместо слова «процедура» используется «функция», поскольку во многом они устроены одинаково.

## 2. Нормализация данных

Таблица с тестовыми данными:

```
=> CREATE TABLE samples(a float);

CREATE TABLE

=> INSERT INTO samples(a)
    SELECT (0.5 - random())*100 FROM generate_series(1,10);

INSERT 0 10
```

Процедуру можно написать, используя один SQL-оператор:

```
=> CREATE PROCEDURE normalize_samples(INOUT coeff float)
AS $$
    WITH c(coeff) AS (
        SELECT 1/max(abs(a))
        FROM samples
    ),
    upd AS (
        UPDATE samples
        SET a = a * c.coeff
        FROM c
    )
    SELECT coeff FROM c;
$$ LANGUAGE sql;
```

CREATE PROCEDURE

```
=> CALL normalize_samples(NULL);
```

```
      coeff
-----
0.02760926916487023
(1 row)
```

```
=> SELECT * FROM samples;
```

```
      a
-----
-0.003889497739260662
 0.07444883388548115
-0.7568029651413675
-0.9397021125915237
-0.289559593650414
-0.30608346775873174
          -1
-0.530140100114498
-0.5235796362914495
 0.8871793936560436
(10 rows)
```

