Авторы: Егор Рогов, Павел Лузанов

Обратная связь
Отзывы, замечания и предложения направляйте по адресу:
edu@postgrespro.ru

Темы

Базы данных и шаблоны

Схемы и путь поиска

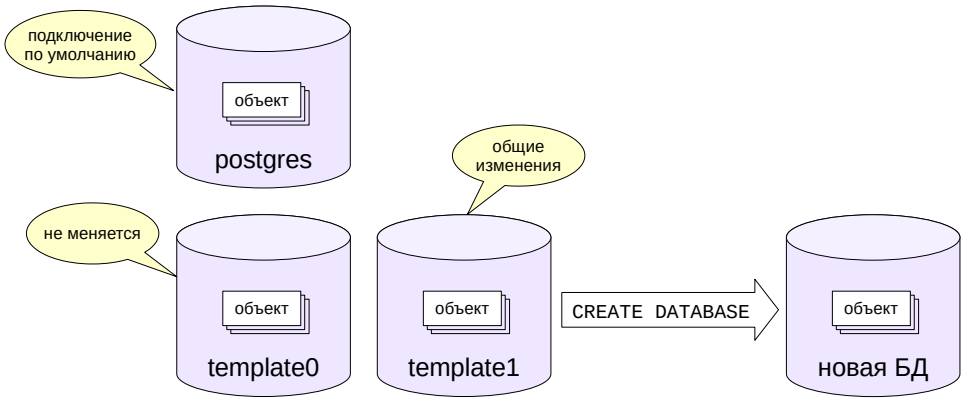
Специальные схемы

Системный каталог

Кластер баз данных

Инициализация кластера создает три базы данных

Новая база всегда клонируется из существующей



3

Экземпляр PostgreSQL управляет несколькими базами данных — кластером. При инициализации кластера (автоматически при установке PostgreSQL либо вручную командой initdb) создаются три одинаковые базы данных. Все остальные БД, создаваемые пользователем, клонируются из какой-либо существующей.

Шаблонная БД template1 используется по умолчанию для создания новых баз данных. В нее можно добавить объекты и расширения, которые будут копироваться в каждую новую базу данных.

Шаблон template0 не должен изменяться. Он нужен как минимум в двух ситуациях. Во-первых, для восстановления БД из резервной копии, выполненной утилитой pg_dump (как рассматривается в теме «Резервное копирование. Логическое резервирование»). Во-вторых, при создании новой БД с кодировкой, отличной от указанной при инициализации кластера (подробнее обсуждается в курсе DBA2).

База данных postgres используется при подключении по умолчанию пользователем postgres. Она не является обязательной, но некоторые утилиты предполагают ее наличие, поэтому ее не рекомендуется удалять, даже если она не нужна.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/manage-ag-templatedbs

Базы данных

Список баз данных можно получить в psql такой командой:

```
=> \l
```

```
                                 List of databases
   Name    |  Owner   | Encoding |   Collate   |    Ctype    |   Access privileges
-----------+----------+----------+-------------+-------------+-----------------------
 postgres  | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 |
 student   | student  | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 |
 template0 | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 | =c/postgres          +
           |          |          |             |             | postgres=CTc/postgres
 template1 | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 | =c/postgres          +
           |          |          |             |             | postgres=CTc/postgres
(4 rows)
```

Здесь выводится много полей, которые нас сейчас не интересуют.

Когда мы создаем новую базу данных, она (по умолчанию) копируется из шаблона template1.

```
=> CREATE DATABASE data_logical;
```

```
CREATE DATABASE
```

```
=> \c data_logical
```

```
You are now connected to database "data_logical" as user "student".
```

```
=> \l
```

```
                                  List of databases
     Name     |  Owner   | Encoding |   Collate   |    Ctype    |   Access privileges
--------------+----------+----------+-------------+-------------+-----------------------
 data_logical | student  | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 |
 postgres     | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 |
 student      | student  | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 |
 template0    | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 | =c/postgres          +
              |          |          |             |             | postgres=CTc/postgres
 template1    | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 | =c/postgres          +
              |          |          |             |             | postgres=CTc/postgres
(5 rows)
```

Схемы

Пространство имен для объектов

- разделение объектов на логические группы
- предотвращение конфликта имен между приложениями

Схема и пользователь — разные сущности

Специальные схемы

- public — по умолчанию в ней создаются все объекты
- pg_catalog — системный каталог
- information_schema — вариант системного каталога
- pg_temp — для временных таблиц
- …

Схемы представляют собой пространства имен для объектов БД. Они позволяют разделить объекты на логические группы для управления ими, предотвратить конфликты имен при работе нескольких пользователей или приложений.

В PostgreSQL *схема* и *пользователь* — разные сущности (хотя настройки по умолчанию упрощают работу с одноименными схемами).

Существует несколько специальных схем, обычно присутствующих в каждой базе данных.

Схема public используется по умолчанию для хранения объектов, если не выполнены иные настройки.

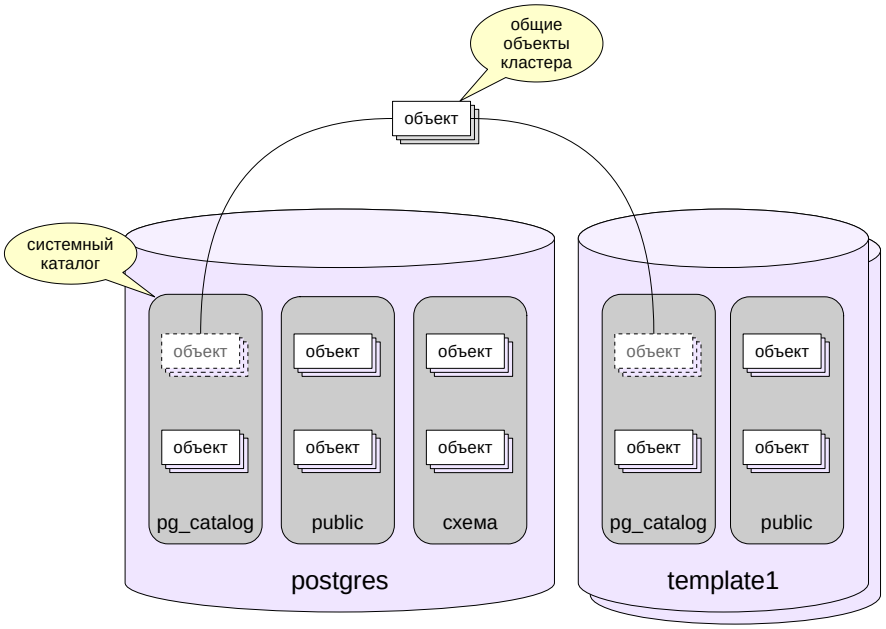
Схема pg_catalog хранит объекты *системного каталога*. Системный каталог — это метаинформация об объектах, принадлежащих кластеру, которая хранится в самом кластере в виде таблиц. Альтернативное представление системного каталога (определенное в стандарте SQL) дает схема information_schema.

Схема pg_temp служит для хранения временных таблиц. (На самом деле таблицы создаются в схемах pg_temp_1, pg_temp_2 и т. п. — у каждого пользователя своя схема. Но обращаются все пользователи к ней как к pg_temp.)

Есть и другие схемы, но они носят технический характер.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/ddl-schemas

Базы и схемы кластера



Схемы принадлежат базам данных, все объекты БД распределены по каким-либо схемам.

Однако несколько таблиц системного каталога хранят информацию, общую для всего кластера. Это список баз данных, список пользователей и некоторые другие сведения. Эти таблицы хранятся вне какой-либо базы данных, но при этом одинаково видны из каждой БД.

Таким образом, клиент, подключенный к какой-либо базе данных, видит в системном каталоге описание объектов не только данной базы, но и общих объектов кластера. Описание объектов других баз данных можно получить, только подключившись к ним.

Схемы

Для списка схем в psql есть специальная команда (\dn = describe namespace):

```
=> \dn
```

```
  List of schemas
  Name  |  Owner
--------+----------
 public | postgres
(1 row)
```

Эта команда не показывает служебные схемы. Чтобы увидеть их, нужно добавить модификатор S (он работает аналогичным образом и для многих других команд):

```
=> \dnS
```

```
        List of schemas
        Name        |  Owner
--------------------+----------
 information_schema | postgres
 pg_catalog         | postgres
 pg_temp_1          | postgres
 pg_toast           | postgres
 pg_toast_temp_1    | postgres
 public             | postgres
(6 rows)
```

Про некоторые из этих схем (public, pg_catalog, information_schema) мы уже говорили; про остальные поговорим позже в других темах.

Еще один полезный модификатор — знак «плюс», который выводит дополнительную информацию:

```
=> \dn+
```

```
                          List of schemas
  Name  |  Owner   |  Access privileges   |      Description
--------+----------+----------------------+-----------------------
 public | postgres | postgres=UC/postgres+| standard public schema
        |          | =UC/postgres         |
(1 row)
```

Создадим новую схему:

```
=> CREATE SCHEMA special;
```

```
CREATE SCHEMA
```

```
=> \dn
```

```
  List of schemas
  Name   |  Owner
---------+----------
 public  | postgres
 special | student
(2 rows)
```

Создадим таблицу:

```
=> CREATE TABLE t(n integer);
```

```
CREATE TABLE
```

По умолчанию таблица будет создана в схеме public. Список таблиц в этой схеме можно получить командой \dt с указанием шаблона для имен схем и таблиц:

```
=> \dt public.*
```

```
        List of relations
 Schema | Name | Type  |  Owner
--------+------+-------+---------
 public | t    | table | student
(1 row)
```

Таблицу (как и другие объекты) можно перемещать между схемами. Поскольку речь идет о логической организации, перемещение происходит только в системном каталоге; сами данные физически остаются на месте.

```
=> ALTER TABLE t SET SCHEMA special;
```

```
ALTER TABLE
```

Что останется в схеме public?

```
=> \dt public.*
```

```
Did not find any relation named "public.*".
```

Ничего. А в special?

```
=> \dt special.*
```

```
        List of relations
 Schema  | Name | Type  |  Owner
---------+------+-------+---------
 special | t    | table | student
(1 row)
```

Таблица переместилась. Теперь к ней можно обращаться с явным указанием схемы:

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

```
 n
---
(0 rows)
```

Но если опустить имя схемы, таблица не будет найдена:

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

```
ERROR:  relation "t" does not exist
LINE 1: SELECT * FROM t;
                      ^
```

Путь поиска

Определение схемы объекта

квалифицированное имя (*схема.имя*) явно определяет схему

имя без квалификатора проверяется в схемах, указанных в пути поиска

Путь поиска

определяется параметром *search_path*,
реальное значение — функция current_schemas

не включаются несуществующие схемы и схемы, к которым нет доступа

схемы pg_temp и pg_catalog неявно включены первыми,
если не указаны в *search_path*

первая явно указанная в пути схема используется для создания объектов

При указании объекта надо определить, о какой схеме идет речь, поскольку в разных схемах могут храниться объекты с одинаковыми именами.

Если имя объекта квалифицировано именем схемы, то все просто — используется явно указанная схема. Если имя использовано без квалификатора, PostgreSQL пытается найти имя в одной из схем, перечисленных в пути поиска, который определяется конфигурационным параметром search_path.

Путь поиска может отличаться от значения параметра search_path. В путь поиска не включаются несуществующие схемы из search_path, а также схемы, к которым у пользователя нет доступа (разграничению доступа посвящена одна из последующих тем курса). Кроме того, в начало пути поиска неявно добавляются:

- схема pg_catalog, чтобы всегда иметь доступ к системному каталогу
- схема pg_temp, если пользователь создавал временные объекты

Реальный путь поиска, включая неявные схемы, возвращает вызов функции: current_schemas(true). Схемы перебираются в указанном в пути поиска порядке, слева направо. Если в схеме нет объекта с нужным именем, поиск продолжается в следующей схеме. Можно провести аналогию между путем поиска search_path и путем PATH в операционных системах.

При создании нового объекта с именем без квалификатора он попадает в первую явно указанную в пути схему (не считая несуществующих и тех, на которые недостаточно прав).

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/runtime-config-client#GUC-SEARCH-PATH

Путь поиска

Путь поиска по умолчанию имеет такое значение:

```
=> SHOW search_path;
```

```
   search_path
-----------------
 "$user", public
(1 row)
```

Конструкция «$user» обозначает схему с тем же именем, что и имя текущего пользователя (в нашем случае — student). Поскольку такой схемы нет, она игнорируется.

Чтобы не думать над тем, какие схемы есть, каких нет, и какие не указаны явно, можно воспользоваться функцией:

```
=> SELECT current_schemas(true);
```

```
   current_schemas
---------------------
 {pg_catalog,public}
(1 row)
```

Видим, что была убрана несуществующая схема и неявно была добавлена схема системного каталога.

Установим путь поиска, например, так:

```
=> SET search_path = public, special;
```

```
SET
```

Теперь таблица будет найдена.

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

```
 n
---
(0 rows)
```

Здесь мы установили конфигурационный параметр на уровне сеанса (при переподключении значение пропадет). Устанавливать такое значение на уровне всего кластера тоже не правильно — возможно, этот путь нужен не всегда и не всем.

Но параметр можно установить и на уровне отдельной базы данных:

```
=> ALTER DATABASE data_logical SET search_path = public, special;
```

```
ALTER DATABASE
```

Теперь он будет устанавливаться для всех новых подключений к БД data_logical. Проверим:

```
=> \c data_logical
```

```
You are now connected to database "data_logical" as user "student".
```

```
=> SHOW search_path;
```

```
   search_path
-----------------
 public, special
(1 row)
```

Системный каталог

Описание всех объектов кластера

- набор таблиц в каждой базе данных (схема pg_catalog) и несколько глобальных объектов кластера
- набор представлений для удобства

Доступ

- запросы SQL, специальные команды psql

Правила организации

- названия таблиц начинаются с «pg_»
- имена столбцов содержат трехбуквенный префикс
- в качестве ключа используется столбец oid типа oid
- названия объектов хранятся в нижнем регистре

Системный каталог хранит метаинформацию об объектах кластера. В каждой базе данных имеется собственный набор таблиц, описывающих объекты этой конкретной базы. Также есть несколько таблиц, общих для всего кластера и не принадлежащих никакой отдельной БД. Для удобства над таблицами также определены несколько представлений.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/catalogs

К системному каталогу можно обращаться с помощью обычных запросов SQL, а psql имеет целый ряд команд для удобства просмотра. Таблицы системного каталога не обновляют напрямую; они изменяются автоматически при выполнении команд DDL.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/app-psql

Все имена таблиц системного каталога начинаются с pg_, например, pg_database. Столбцы таблиц начинаются с префикса, обычно соответствующего имени таблицы, например, datname. Имена объектов хранятся в нижнем регистре, например, 'postgres'.

В таблицах системного каталога первичные ключи не определены явным образом, но в большинстве случаев в качестве первичного ключа выступает столбец oid, имеющий специальный тип oid — object identifier (целое 32-битное число). До версии PostgreSQL 12 этот столбец был скрытым (его можно было увидеть, только явно указав имя в списке SELECT).

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/12/datatype-oid

Системный каталог

Для того, чтобы вывести информацию о любых объектах, psql (как и любые графические среды) обращается к таблицам системного каталога.

Например, команда \l для получения списка баз данных кластера, обращается к таблице:

```
=> SELECT datname FROM pg_database;
```

```
   datname
--------------
 postgres
 student
 template1
 template0
 data_logical
(5 rows)
```

Мы всегда можем посмотреть, какие запросы выполняет команда:

```
=> \set ECHO_HIDDEN on
```

```
=> \l
```

```
********* QUERY **********
SELECT d.datname as "Name",
       pg_catalog.pg_get_userbyid(d.datdba) as "Owner",
       pg_catalog.pg_encoding_to_char(d.encoding) as "Encoding",
       d.datcollate as "Collate",
       d.datctype as "Ctype",
       pg_catalog.array_to_string(d.datacl, E'\n') AS "Access privileges"
FROM pg_catalog.pg_database d
ORDER BY 1;
**************************
```

```
                                  List of databases
     Name     |  Owner   | Encoding |   Collate   |    Ctype    |   Access privileges
--------------+----------+----------+-------------+-------------+-----------------------
 data_logical | student  | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 |
 postgres     | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 |
 student      | student  | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 |
 template0    | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 | =c/postgres          +
              |          |          |             |             | postgres=CTc/postgres
 template1    | postgres | UTF8     | en_US.UTF-8 | en_US.UTF-8 | =c/postgres          +
              |          |          |             |             | postgres=CTc/postgres
(5 rows)
```

Таким образом можно исследовать системный каталог.

Отключим вывод команд.

```
=> \set ECHO_HIDDEN off
```

Список схем находится в таблице:

```
=> SELECT nspname FROM pg_namespace;
```

```
      nspname
--------------------
 pg_toast
 pg_temp_1
 pg_toast_temp_1
 pg_catalog
 public
 information_schema
 special
(7 rows)
```

А такие объекты, как таблицы и индексы, можно посмотреть так:

```
=> SELECT relname, relkind, relnamespace
FROM pg_class WHERE relname = 't';
```

```
 relname | relkind | relnamespace
---------+---------+--------------
 t       | r       |        16407
(1 row)
```

Все столбцы здесь начинаются на rel (relation, отношение).

- relkind — тип объекта (r — таблица, i — индекс и т. п.);
- relnamespace — схема.

Поле relnamespace имеет тип oid; вот соответствующая строка таблицы pg_namespace:

```
=> SELECT oid, nspname FROM pg_namespace WHERE nspname = 'special';
```

```
  oid  | nspname
-------+---------
 16407 | special
(1 row)
```

Для удобства преобразования между текстовым представлением и oid можно воспользоваться приведением к типу regnamespace:

```
=> SELECT relname, relkind, relnamespace::regnamespace::text
FROM pg_class WHERE relname = 't';
```

```
 relname | relkind | relnamespace
---------+---------+--------------
 t       | r       | special
(1 row)
```

А вот как можно получить список объектов в схеме, например, pg_catalog:

```
=> SELECT relname, relkind FROM pg_class
WHERE relnamespace = 'pg_catalog'::regnamespace LIMIT 5;
```

```
         relname          | relkind
--------------------------+---------
 pg_statistic             | r
 pg_type                  | r
 pg_foreign_server        | r
 pg_aggregate_fnoid_index | i
 pg_am_name_index         | i
(5 rows)
```

Аналогичные reg-типы определены и для некоторых других таблиц системного каталога. Они позволяют сократить запросы и обойтись без явного соединения таблиц.

Удаление объектов

Можно ли удалить схему special?

```
=> DROP SCHEMA special;
```

```
ERROR:  cannot drop schema special because other objects depend on it
DETAIL:  table t depends on schema special
HINT:  Use DROP ... CASCADE to drop the dependent objects too.
```

Схему нельзя удалить, если в ней находятся какие-либо объекты. Их надо перенести или удалить.

Но можно удалить схему сразу вместе со всеми ее объектами:

```
=> DROP SCHEMA special CASCADE;
```

```
NOTICE:  drop cascades to table t
DROP SCHEMA
```

Базу данных можно удалить, если к ней нет активных подключений.

```
=> \conninfo
```

```
You are connected to database "data_logical" as user "student" via socket in "/var/run/postgresql" at port "5432".
```

```
=> \c postgres
```

```
You are now connected to database "postgres" as user "student".
```

```
=> DROP DATABASE data_logical;
```

```
DROP DATABASE
```

Итоги

Логически

кластер содержит базы данных,
базы данных — схемы,
схемы — конкретные объекты (таблицы, индексы и т. п.)

Базы данных создаются клонированием существующих

Схема объекта определяется по пути поиска

Полное описание содержимого кластера баз данных хранится в системном каталоге

Практика

1. В новой базе данных создайте схему, названную так же, как и пользователь. Создайте схему app.
   Создайте несколько таблиц в обеих схемах.
2. Получите в psql описание созданных схем и список всех таблиц в них.
3. Установите путь поиска так, чтобы при подключении к базе данных таблицы из обеих схем были доступны по неквалифицированному имени; приоритет должна иметь «пользовательская» схема.
   Проверьте правильность настройки.

1. База данных, схемы, таблицы

Создаем базу данных:

```
=> CREATE DATABASE data_logical;
```

```
CREATE DATABASE
```

```
=> \c data_logical
```

```
You are now connected to database "data_logical" as user "student".
```

Схемы:

```
=> CREATE SCHEMA student;
```

```
CREATE SCHEMA
```

```
=> CREATE SCHEMA app;
```

```
CREATE SCHEMA
```

Таблицы для схемы student:

```
=> CREATE TABLE a(s text);
```

```
CREATE TABLE
```

```
=> INSERT INTO a VALUES ('student');
```

```
INSERT 0 1
```

```
=> CREATE TABLE b(s text);
```

```
CREATE TABLE
```

```
=> INSERT INTO b VALUES ('student');
```

```
INSERT 0 1
```

Таблицы для схемы app:

```
=> CREATE TABLE app.a(s text);
```

```
CREATE TABLE
```

```
=> INSERT INTO app.a VALUES ('app');
```

```
INSERT 0 1
```

```
=> CREATE TABLE app.c(s text);
```

```
CREATE TABLE
```

```
=> INSERT INTO app.c VALUES ('app');
```

```
INSERT 0 1
```

2. Описание схем и таблиц

Описание схем:

```
=> \dn
```

```
  List of schemas
  Name   |  Owner
---------+----------
 app     | student
 public  | postgres
 student | student
(3 rows)
```

Описание таблиц:

```
=> \dt student.*
```

```
        List of relations
 Schema  | Name | Type  |  Owner
---------+------+-------+---------
 student | a    | table | student
 student | b    | table | student
(2 rows)
```

```
=> \dt app.*
```

```
        List of relations
 Schema | Name | Type  |  Owner
--------+------+-------+---------
 app    | a    | table | student
 app    | c    | table | student
(2 rows)
```

3. Путь поиска

С текущими настройками пути поиска видны таблицы только схемы student:

```
=> SELECT * FROM a;
```

```
    s
---------
 student
(1 row)
```

```
=> SELECT * FROM b;
```

```
    s
---------
 student
(1 row)
```

```
=> SELECT * FROM c;
```

```
ERROR:  relation "c" does not exist
LINE 1: SELECT * FROM c;
                      ^
```

Изменим путь поиска.

```
=> ALTER DATABASE data_logical SET search_path = "$user",app,public;
```

```
ALTER DATABASE
```

```
=> \c
```

```
You are now connected to database "data_logical" as user "student".
```

```
=> SHOW search_path;
```

```
     search_path
----------------------
 "$user", app, public
(1 row)
```

Теперь видны таблицы из обеих схем, но приоритет остается за student:

```
=> SELECT * FROM a;
```

```
    s
---------
 student
(1 row)
```

```
=> SELECT * FROM b;
```

```
    s
---------
 student
(1 row)
```

```
=> SELECT * FROM c;
```

```
  s
-----
 app
(1 row)
```