Задачи администрирования

Управление расширениями

Авторы: Егор Рогов, Павел Лузанов, Илья Баштанов

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

Темы

Расширения в PostgreSQL

Создание и управление расширениями

Обновление расширений

Особенности работы pg_dump

Расширяемость PostgreSQL

Возможности

- функции и языки программирования
- типы данных, операторы, методы доступа
- обертки сторонних данных (FDW)

Механизмы

- изменяемый системный каталог
- API для подключения внешних обработчиков
- загрузка и выполнение пользовательского кода

Расширяемость — важнейшая черта PostgreSQL — это возможность подключать «на лету» новый функционал без изменения кода сервера.

Таким образом можно добавлять языки программирования и разрабатывать на них функции, определять новые типы данных и операторы для работы с ними, создавать новые методы доступа для типов данных, разрабатывать обертки сторонних данных для подключения к внешним источникам.

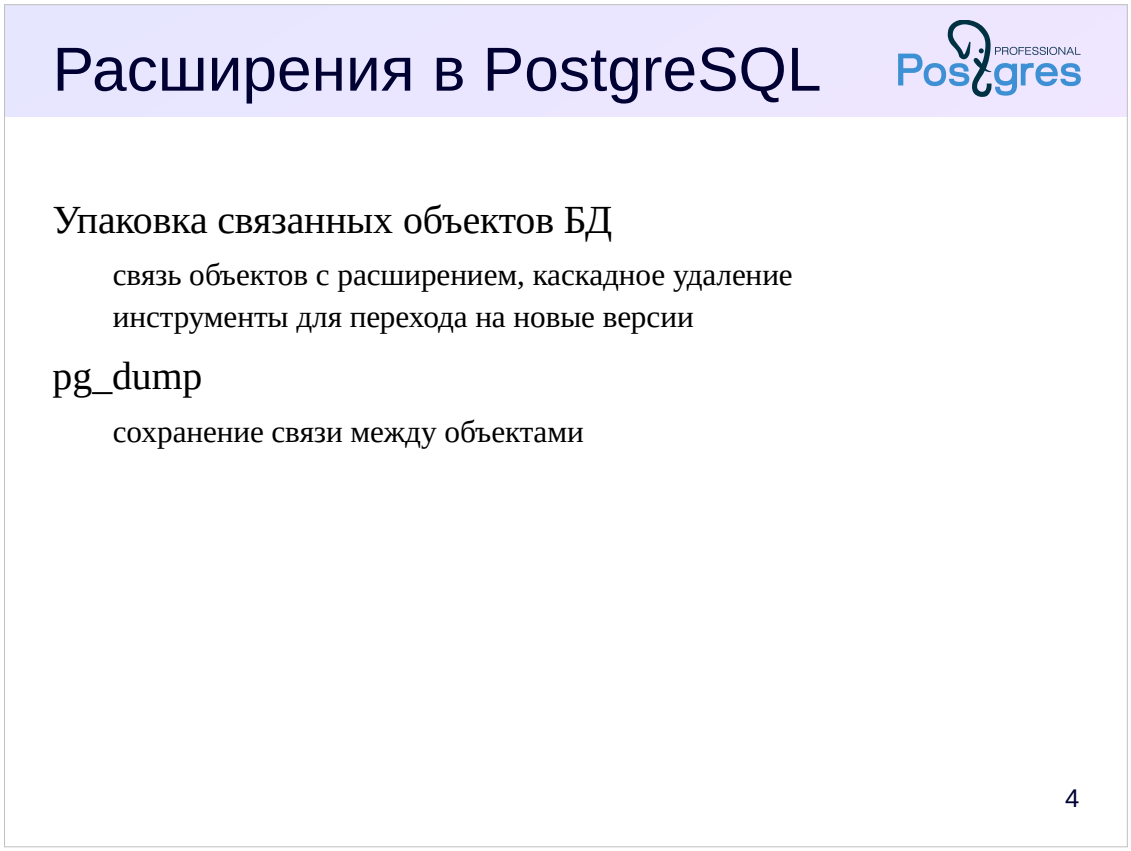
Для того чтобы это было возможным, системный каталог PostgreSQL хранит большое количество информации об объектах БД. Эта информация не зашита жестко в код сервера. Пользователи могут изменять содержимое таблиц системного каталога, тем самым добавляя новые объекты и связанный с ними функционал.

Кроме того, в исходном коде PostgreSQL встроено большое количество хуков и различных API для подключения пользовательских функций. Это делает возможным разрабатывать такие расширения как pg_stat_statements, auto_explain, pldebugger и многие, многие другие.

Завершает картину возможность загружать в серверные процессы пользовательский код. Например, можно написать разделяемую библиотеку и подключать ее по ходу работы.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/extend-how

В качестве предостережения следует отметить, что выполнение процессами сервера неправильно написанного пользовательского кода может привести к катастрофическим последствиям. Следует доверять только проверенному коду из надежных источников.



Часто требуется добавить в базу данных связанные между собой объекты. Например, для нового типа данных потребуются функции и операторы.

Чтобы установить зависимости между отдельными объектами, в PostgreSQL используется механизм расширений. Связанные объекты упаковываются в единое расширение, что облегчает управление:

- отдельный объект расширения нельзя удалить, а удаление расширения автоматически удаляет все его объекты;
- специальные инструменты облегчают переход на новые версии.

Копия базы данных, выполненная утилитой pg_dump, не может просто выгружать описания отдельных объектов расширения, ведь при восстановлении из такой копии принадлежность к расширению потеряется. Поэтому утилита pg_dump сохраняет связь между объектами и расширением.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/extend-extensions

Источники

Пакет дистрибутива и каталог contrib

- дополнительно поставляемые модули
- дополнительно поставляемые программы

PGXN — сеть расширений

Возможность создания собственного расширения

Несколько десятков расширений распространяются вместе с СУБД и поддерживаются разработчиками PostgreSQL. Обычно они устанавливаются из того же пакета, что и ядро. Исходный код таких расширений находится в подкаталоге contrib.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/contrib

Кроме расширений, в пакете (и в каталоге contrib) находятся несколько дополнительных программ.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/contrib-prog

Еще один источник — PostgreSQL Extension Network (PGXN) — сеть расширений, созданная по аналогии с сетью CPAN для Perl.

https://pgxn.org/

Расширения могут распространяться и другими способами, в том числе через пакетные репозитории дистрибутивов ОС.

А можно разработать собственное расширение. Возможности и свойства расширений будут рассмотрены в демонстрации на примере учебного расширения uom.

Установка расширения

Файлы с исходным кодом учебного расширение UOM (единицы измерения) расположены в каталоге uom домашнего каталога пользователя student:

```
student$ ls -l /home/student/uom
```

```
total 28
-rw-rw-r-- 1 student student  163 ноя  4 09:25 Makefile
-rw-rw-r-- 1 student student 1132 ноя  4 09:25 README.md
-rw-rw-r-- 1 student student 1644 ноя  4 09:25 uom--1.0--1.1.sql
-rw-rw-r-- 1 student student  956 ноя  4 09:25 uom--1.0.sql
-rw-rw-r-- 1 student student  755 ноя  4 09:25 uom--1.1--1.2.sql
-rw-rw-r-- 1 student student 2794 ноя  4 09:25 uom--1.2.sql
-rw-rw-r-- 1 student student   93 ноя  4 09:25 uom.control
```

Если расширение требует компиляции и используется пакетная сборка PostgreSQL, дополнительно должен быть установлен пакет для разработчиков; его имя обычно содержит слово dev, например postgresql-server-dev-13. Пакет содержит все необходимое для сборки, включая заголовочные файлы PostgreSQL.

Наше расширение содержит только функции на SQL и не требует сборки. Makefile использует инфраструктуру PGXS для установки расширений:

```
student$ cat /home/student/uom/Makefile
```

```
EXTENSION = uom
DATA = uom--1.0.sql uom--1.2.sql uom--1.0--1.1.sql  uom--1.1--1.2.sql

PG_CONFIG = pg_config
PGXS := $(shell $(PG_CONFIG) --pgxs)
include $(PGXS)
```

Установка расширения обычно выполняется суперпользователем, в окружении которого путь до исполняемых файлов PostgreSQL может быть не указан. Поэтому в команде установки можно явно задать расположение утилиты pg_config:

```
student$ sudo make install -C /home/student/uom PG_CONFIG=/usr/lib/postgresql/13/bin/pg_config
```

```
make: Entering directory '/home/student/uom'
/bin/mkdir -p '/usr/share/postgresql/13/extension'
/bin/mkdir -p '/usr/share/postgresql/13/extension'
/usr/bin/install -c -m 644 .//uom.control '/usr/share/postgresql/13/extension/'
/usr/bin/install -c -m 644 .//uom--1.0.sql .//uom--1.2.sql .//uom--1.0--1.1.sql .//uom--1.1--1.2.sql  '/usr/share/postgresql/13/extension/'
make: Leaving directory '/home/student/uom'
```

Теперь файлы расширения uom должны появиться в каталоге SHAREDIR/extension. Расположение SHAREDIR можно посмотреть утилитой pg_config или одноименной функцией SQL:

```
=> SELECT setting || '/extension' AS extension_dir
FROM pg_config()
WHERE name = 'SHAREDIR';
```

```
           extension_dir
-----------------------------------
 /usr/share/postgresql/13/extension
(1 row)
```

Кроме uom здесь расположены файлы других установленных расширений.

Управление расширением

Команды управления расширениями

- загрузка объектов в базу данных — CREATE EXTENSION
- обновление версии — ALTER EXTENSION
- удаление всех объектов расширения — DROP EXTENSION

Файлы расширений

- управляющие файлы
- файлы SQL

Для управления расширениями в PostgreSQL используются команды SQL DDL.

Загрузка объектов расширения в базу данных выполняется при создании расширения (CREATE EXTENSION). Переход на новую версию, перемещение в другую схему — ALTER EXTENSION.

А удалить расширения со всеми его объектами можно командой DROP EXTENSION. Не требуется разрабатывать отдельный uninstall-скрипт.

Для работы этих команд в составе расширений должны быть специальные файлы. К ним относятся управляющие файлы, содержащие важную информацию о свойствах расширения, а также файлы SQL с командами создания объектов расширения.

Как правило, расширения содержат и другие файлы, например, разделяемые библиотеки с функциями для поддержки создаваемых объектов. Но, с точки зрения управления расширениями, такие файлы не важны.

Управляющие файлы

Имя файла: *имя*.control

Расположение: SHAREDIR/extension

```
# Некоторые параметры

directory = 'extension' # каталог для файлов SQL
default_version = 1.0   # версия по умолчанию
relocatable = true      # возможность изменить схему
superuser = true        # создает только суперпользователь
encoding = UTF8         # кодировка файлов SQL
#requires = ''            должны быть установлены

comment = 'Use only ASCII characters'
```

pg_available_extensions

При выполнении команды CREATE EXTENSION механизм расширений проверяет наличие управляющего файла в каталоге SHAREDIR/extension.

Расположение SHAREDIR можно посмотреть командой

```
$ pg_config --sharedir
```

Имя управляющего файла состоит из имени расширения, к которому добавляется «.control».

Управляющий файл имеет формат конфигурационных файлов PostgreSQL и состоит из пар «ключ = значение». PostgreSQL не определяет кодировку символов файла, поэтому следует использовать только символы ASCII.

Список доступных расширений находится в таблице системного каталога pg_available_extensions.

Список расширений, доступных для загрузки в БД, можно получить запросом:

```
=> SELECT name, default_version, installed_version
FROM pg_available_extensions
ORDER BY name;
```

```
        name        | default_version | installed_version
--------------------+-----------------+-------------------
 adminpack          | 2.1             |
 amcheck            | 1.2             |
 autoinc            | 1.0             |
 bloom              | 1.0             |
 btree_gin          | 1.3             |
 btree_gist         | 1.5             |
 citext             | 1.6             |
 cube               | 1.4             |
 dblink             | 1.2             |
 dict_int           | 1.0             |
 dict_xsyn          | 1.0             |
 earthdistance      | 1.1             |
 file_fdw           | 1.0             |
 fuzzystrmatch      | 1.1             |
 hstore             | 1.7             |
 insert_username    | 1.0             |
 intagg             | 1.1             |
 intarray           | 1.3             |
 isn                | 1.2             |
 lo                 | 1.1             |
 ltree              | 1.2             |
 moddatetime        | 1.0             |
 pageinspect        | 1.8             |
 pg_buffercache     | 1.3             |
 pg_freespacemap    | 1.2             |
 pg_prewarm         | 1.2             |
 pg_stat_statements | 1.8             |
 pg_trgm            | 1.5             |
 pg_visibility      | 1.2             |
 pg_wait_sampling   | 1.1             |
 pgaudit            | 1.5.2           |
 pgcrypto           | 1.3             |
 pgrowlocks         | 1.2             |
 pgstattuple        | 1.5             |
 plpgsql            | 1.0             | 1.0
 postgres_fdw       | 1.0             |
 refint             | 1.0             |
 seg                | 1.3             |
 sslinfo            | 1.2             |
 tablefunc          | 1.0             |
 tcn                | 1.0             |
 tsm_system_rows    | 1.0             |
 tsm_system_time    | 1.0             |
 unaccent           | 1.1             |
 uom                | 1.2             |
 uuid-ossp          | 1.1             |
 xml2               | 1.1             |
(47 rows)
```

По умолчанию установлено только расширение plpgsql.

Посмотрим на расширение uom. Список версий расширения:

```
=> SELECT name, version, installed
FROM pg_available_extension_versions
WHERE name = 'uom'
ORDER BY version;
```

```
 name | version | installed
------+---------+-----------
 uom  | 1.0     | f
 uom  | 1.1     | f
 uom  | 1.2     | f
(3 rows)
```

Версии расширений в PostgreSQL понимаются как имена, а не как номера. Другими словами, 1.1 и 1.2 — это просто две разные версии, их порядок не определен.

Содержимое управляющего файла:

```
student$ cat /usr/share/postgresql/13/extension/uom.control
```

```
default_version = '1.2'
relocatable = true
encoding = UTF8
comment = 'Units of Measurement'
```

Версия по умолчанию 1.2.

Создание расширения

```
CREATE EXTENSION имя [VERSION 'версия'];
```

имя.control

```
default_version = 1.0
...
```

если версия не указана

имя--*версия*.sql

```
\echo Use "CREATE EXTENSION имя" to load this file. \quit

COMMENT ON EXTENSION имя IS 'Описание на русском';

-- Создание объектов расширения
...
```

pg_available_extension_versions

Помимо управляющего файла, требуется еще файл SQL с командами на создание объектов БД. Имя файла SQL зависит от устанавливаемой версии расширения.

Версию расширения можно явно указать в предложении VERSION команды CREATE EXTENSION. По умолчанию будет использоваться версия из параметра default_version управляющего файла.

Имя файла SQL строится по шаблону *имя*`--`*версия*`.sql`,

где *версия* не обязательно должна состоять из цифр. Она может включать и другие символы (кроме «`--`» , а также «`-`» в начале или в конце).

Список доступных версий расширений находится в таблице системного каталога pg_available_extension_versions.

Строки файла SQL, начинающиеся на `\echo`, механизм расширений считает комментариями. Для предотвращения случайного запуска файла из psql, обычно в начало файла SQL добавляют такую строку с предупреждением и завершают ее командой `\quit`.

В файле SQL можно использовать кириллицу, предварительно указав кодировку символов в параметре encoding управляющего файла. Например, можно задать русскоязычный комментарий к расширению в команде COMMENT ON EXTENSION.

Установим версию 1.0 объектов расширения в отдельной базе данных:

```
=> CREATE DATABASE admin_extensions;
```

```
CREATE DATABASE
```

```
=> \c admin_extensions
```

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

```
=> CREATE EXTENSION uom VERSION '1.0';
```

```
CREATE EXTENSION
```

Теперь uom появляется в списке расширений текущей базы данных:

```
=> \dx
```

```
                  List of installed extensions
  Name   | Version |   Schema   |           Description
---------+---------+------------+--------------------------------
 plpgsql | 1.0     | pg_catalog | PL/pgSQL procedural language
 uom     | 1.0     | public     | Единицы измерения. uom--1.0.sql
(2 rows)
```

Расширение умеет переводить значения из одной единицы длины в другую:

```
=> SELECT uom2uom(1, 'верста', 'сажень') AS "Саженей в версте";
```

```
   Саженей в версте
----------------------
 500.0000000000000000
(1 row)
```

Список поддерживаемых единиц измерения записан в таблице:

```
=> SELECT * FROM uom_ref;
```

```
  name  |    k
--------+---------
 м      |       1
 км     |    1000
 см     |    0.01
 верста |  1066.8
 сажень |  2.1336
 аршин  |  0.7112
 вершок | 0.04445
(7 rows)
```

Справочная таблица и функция входят в состав расширения. В этом легко убедиться:

```
=> \dx+ uom
```

```
     Objects in extension "uom"
         Object description
------------------------------------
 function uom2uom(numeric,text,text)
 table uom_ref
(2 rows)
```

В файле SQL для версии 1.0 находятся команды создания таблицы и функции:

```
student$ cat /usr/share/postgresql/13/extension/uom--1.0.sql
```

```
\echo Use "CREATE EXTENSION uom" to load this file. \quit

COMMENT ON EXTENSION uom IS 'Единицы измерения. uom--1.0.sql';

-- Справочник единиц измерения
CREATE TABLE uom_ref (
    name       text,
    k          numeric
);
INSERT INTO uom_ref VALUES ('м',1), ('км',1000), ('см',0.01),
    ('верста',1066.8), ('сажень',2.1336), ('аршин',0.7112), ('вершок',0.04445);

-- Конвертируем значение из одной единицы длины в другую
```

```
CREATE FUNCTION uom2uom (value numeric, name_from text, name_to text)
    RETURNS numeric LANGUAGE SQL
AS $$ SELECT uom2uom.value *
          (SELECT k FROM uom_ref WHERE name = uom2uom.name_from) /
          (SELECT k FROM uom_ref WHERE name = uom2uom.name_to)     $$;

-- Необходимо для использования функции любым пользователем
GRANT SELECT ON uom_ref TO public;
```

Первая строка предотвращает выполнение файла напрямую из psql. Механизм расширений считает комментариями строки, начинающиеся на \echo, а psql выдаст сообщение и закончит работу благодаря \quit в конце.

Принадлежность к расширению не дает напрямую удалять объекты:

```
=> DROP FUNCTION uom2uom(numeric,text,text);

ERROR:  cannot drop function uom2uom(numeric,text,text) because extension uom requires it
HINT:  You can drop extension uom instead.
```

Но механизм расширений не отслеживает изменения объектов. Вносить изменения в объекты расширения не следует, но добавление столбца в таблицу или изменение функции не вызовет ошибки.

Выбор схемы

```
CREATE EXTENSION имя [SCHEMA схема];
```

имя.control

```
relocatable = false
schema = схема
...
```

имя--*версия*.sql

```
SET LOCAL search_path TO @extschema@ ;
... SELECT @extschema@ .function_name()...
```

макроподстановка

Расширение как объект базы данных относится к определенной схеме. Обычно все объекты расширения размещают в этой же схеме, это позволяет расширению иметь отдельное пространство имен для объектов.

Схему расширения можно явно указать в команде CREATE EXTENSION или задать в параметре schema управляющего файла. Если ни одно из этих значений не задано, действует общее правило: используется первая доступная схема из параметра конфигурации search_path.

Выбранная в результате схема явно задается в search_path в начале выполнения файла SQL. Внутри самого файла можно обращаться к схеме расширения, используя макроподстановку @extschema@.

Если параметр расширения relocatable установить в true (по умолчанию false), то расширение вместе с его объектами можно будет переносить в другую схему командой:

```
ALTER EXTENSION имя SET SCHEMA новая_схема;
```

Схема расширения

Расширение и его объекты можно переносить в другую схему (relocatable=true):

```
=> CREATE SCHEMA util;
```

```
CREATE SCHEMA
```

```
=> ALTER EXTENSION uom SET SCHEMA util;
```

```
ALTER EXTENSION
```

```
=> \dx uom
```

```
               List of installed extensions
 Name | Version | Schema |           Description
------+---------+--------+---------------------------------
 uom  | 1.0     | util   | Единицы измерения. uom--1.0.sql
(1 row)
```

```
=> \df util.uom*
```

```
                                  List of functions
 Schema |  Name   | Result data type |             Argument data types              | Type
--------+---------+------------------+----------------------------------------------+------
 util   | uom2uom | numeric          | value numeric, name_from text, name_to text | func
(1 row)
```

Вернемся в public:

```
=> ALTER EXTENSION uom SET SCHEMA public;
```

```
ALTER EXTENSION
```

Обновление: 1.0 → 1.1

имя.control

```
default_version = 1.1
...
```

1. `CREATE EXTENSION` *`имя`*`;`

имя--1.1.sql

```
\echo Use "CREATE EXTENSION имя" to load this file. \quit

-- Создание всех объектов версии 1.1
```

2. `ALTER EXTENSION` *`имя`* `UPDATE;`

имя--1.0--1.1.sql

```
\echo Use "ALTER EXTENSION имя" to load this file. \quit

-- Команды обновления из версии 1.0 в 1.1
```


Если со временем потребуется изменить существующие объекты расширения или добавить новые, выпускается следующая версия.

В управляющем файле новой версии расширения обычно меняется параметр default_version. А при установке возможны две ситуации:

1. Предыдущая версия расширения не установлена.

   Следует подготовить файл SQL для новой версии, включающий создание всех объектов расширения.

2. Установлена одна из предыдущих версий расширения.

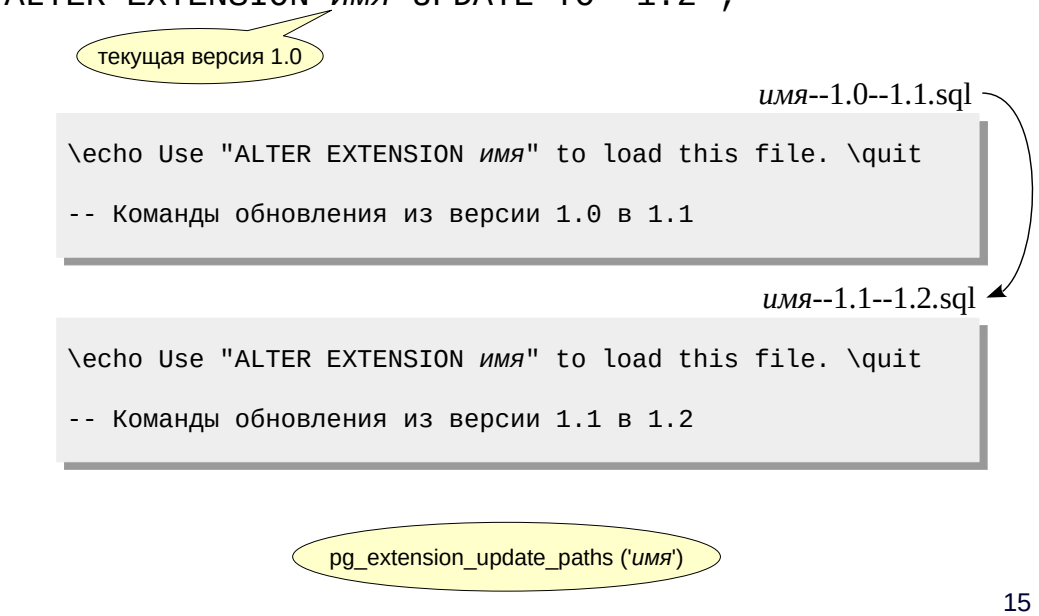
   Следует подготовить файл SQL для обновления версии. Формат имени файла обновления следующий:
   `имя--старая_версия--новая_версия``.sql`.

   Внутри такого файла должны быть только команды, обновляющие объекты расширения со старой версии на новую.

   Само обновление выполняется командой:

   `ALTER EXTENSION` *`имя`* `UPDATE;`

Обновление: 1.0 → 1.2



При наличии нескольких версий расширения, в команде ALTER EXTENSION … UPDATE можно явно указать требуемый номер версии.

Команда ALTER EXTENSION умеет последовательно выполнять несколько файлов обновления для перехода с текущей на запрошенную версию. Например для перехода с версии 1.0 на версию 1.2 сначала будут выполнен файл *имя*`--1.0--1.1.sql`, а затем *имя*`--1.1--1.2.sql`.

Механизм расширений ничего не знает о том, какая версия новее, и строит возможные цепочки обновлений исходя из имеющихся файлов. Это позволит при наличии файла *имя*`--1.2--1.0.sql` перейти с версии 1.2 на 1.0. Если есть несколько путей обновления до запрошенной версии, то выбирается наиболее короткий.

Функция pg_extension_update_paths('*имя*') показывает возможные пути обновления для указанного расширения.

Управляющие файлы

Дополнительные файлы: *имя*--*версия*.control
Расположение: SHAREDIR/extension

имя.control

```
...
#requires = ''              должны быть установлены
```

имя--1.1.control

```
...
requires = 'postgres_fdw'
```


Помимо основного управляющего файла, в составе расширения могут быть еще и дополнительные файлы для отдельных версий.

Формат имени таких файлов: *имя*`--`*версия*`.control`.

При создании расширения считывается основной управляющий файл и дополнительный файл этой версии (если он есть). Параметры дополнительного файла имеют предпочтение перед основным.

В приведенном примере при установке версии расширения 1.1 будет проверяться наличие установленного расширения postgres_fdw, хотя в предыдущей версии этого не требовалось.

Обновление расширений

В следующей версии 1.1 добавлен тип данных для единиц длины, операторы сравнения для значений этого типа и класс операторов, позволяющий индексировать столбцы таблиц.

Файл с изменениями:

```
student$ cat /usr/share/postgresql/13/extension/uom--1.0--1.1.sql
```

```
\echo Use "ALTER EXTENSION uom UPDATE TO '1.1'" to load this file. \quit

COMMENT ON EXTENSION uom IS 'Единицы измерения. uom--1.0--1.1.sql';

-- Новый тип данных
CREATE TYPE uom AS (
    value numeric,
    name text
);

-- Реализация операторов сравнения для типа
CREATE FUNCTION uom_cmp (a uom, b uom) RETURNS int LANGUAGE SQL
AS 'SELECT CASE WHEN a2b.value > b.value THEN  1
                WHEN a2b.value < b.value THEN -1
                ELSE 0 END
    FROM (SELECT uom2uom(a.value, a.name, b.name)) AS a2b(value)';

CREATE FUNCTION uom_lt(a uom, b uom) RETURNS boolean
AS 'SELECT uom_cmp(a, b) = -1' LANGUAGE sql;

CREATE FUNCTION uom_le(a uom, b uom) RETURNS boolean
AS 'SELECT uom_cmp(a, b) IN (-1,0)' LANGUAGE sql;

CREATE FUNCTION uom_eq(a uom, b uom) RETURNS boolean
AS 'SELECT uom_cmp(a, b) = 0' LANGUAGE sql;

CREATE FUNCTION uom_ge(a uom, b uom) RETURNS boolean
AS 'SELECT uom_cmp(a, b) IN (0,1)' LANGUAGE sql;

CREATE FUNCTION uom_gt(a uom, b uom) RETURNS boolean
AS 'SELECT uom_cmp(a, b) = 1' LANGUAGE sql;

CREATE OPERATOR <  (PROCEDURE = uom_lt, LEFTARG = uom, RIGHTARG = uom);
CREATE OPERATOR <= (PROCEDURE = uom_le, LEFTARG = uom, RIGHTARG = uom);
CREATE OPERATOR =  (PROCEDURE = uom_eq, LEFTARG = uom, RIGHTARG = uom);
CREATE OPERATOR >= (PROCEDURE = uom_ge, LEFTARG = uom, RIGHTARG = uom);
CREATE OPERATOR >  (PROCEDURE = uom_gt, LEFTARG = uom, RIGHTARG = uom);

CREATE OPERATOR CLASS uom_ops DEFAULT FOR TYPE uom USING btree AS
    OPERATOR 1 <,
    OPERATOR 2 <=,
    OPERATOR 3 =,
    OPERATOR 4 >=,
    OPERATOR 5 >,
    FUNCTION 1 uom_cmp(uom,uom);
```

При создании новой версии расширения возможны два сценария:

- Есть предыдущая версия, нужно обновить расширение.
- Предыдущей версии не было, нужно сразу создать более позднюю версию расширения.

Убедимся, что мы можем перейти с версии 1.0 на версию 1.1. Список доступных вариантов обновления:

```
=> SELECT *
FROM pg_extension_update_paths('uom')
WHERE path IS NOT NULL
ORDER BY source, target;
```

```
 source | target |     path
--------+--------+---------------
 1.0    | 1.1    | 1.0--1.1
 1.0    | 1.2    | 1.0--1.1--1.2
 1.1    | 1.2    | 1.1--1.2
(3 rows)
```

Выполним обновление:

```
=> ALTER EXTENSION uom UPDATE TO '1.1';

ALTER EXTENSION

=> \dx uom

                  List of installed extensions
 Name | Version | Schema |             Description
------+---------+--------+-------------------------------------
 uom  | 1.1     | public | Единицы измерения. uom--1.0--1.1.sql
(1 row)
```

Теперь будем создавать версию 1.1, предварительно удалив расширение. При удалении расширения удаляются и его объекты:

```
=> DROP EXTENSION uom;

DROP EXTENSION

=> \df uom*

                       List of functions
 Schema | Name | Result data type | Argument data types | Type
--------+------+------------------+---------------------+------
(0 rows)
```

Создаем версию 1.1:

```
=> CREATE EXTENSION uom VERSION '1.1';

CREATE EXTENSION

=> \dx uom

                  List of installed extensions
 Name | Version | Schema |             Description
------+---------+--------+-------------------------------------
 uom  | 1.1     | public | Единицы измерения. uom--1.0--1.1.sql
(1 row)
```

Для создания версии 1.1 механизм расширений сначала будет искать файл uom--1.1.sql, которого нет. Но к версии 1.1 можно прийти по цепочке: сначала создать версию 1.0, затем обновить до 1.1. Это самый короткий путь до версии 1.1, а в нашем примере и единственный.

Посмотрим на тип данных uom. Для него определены операторы сравнения единиц длины:

```
=> SELECT ( 5, 'аршин' )::uom <  ( 10, 'вершок')::uom,
          ( 1, 'верста')::uom <= (500, 'сажень')::uom,
          ( 1, 'сажень')::uom =  (  3, 'аршин' )::uom,
          ( 1, 'верста')::uom >= (500, 'сажень')::uom,
          (10, 'аршин' )::uom >  (  8, 'м'     )::uom;

 ?column? | ?column? | ?column? | ?column? | ?column?
----------+----------+----------+----------+----------
 f        | t        | t        | t        | f
(1 row)
```

Новый тип можно использовать в качестве типа данных для столбца таблицы:

```
=> CREATE TABLE t (len uom);

CREATE TABLE

=> INSERT INTO t VALUES
    ((3,'сажень')::uom), ((5,'м')::uom), ((17,'вершок')::uom), ((10,'аршин')::uom);

INSERT 0 4
```

Данные в таблице можно сортировать:

```
=> SELECT * FROM t ORDER BY len;

     len
-------------
 (17,вершок)
 (5,м)
 (3,сажень)
 (10,аршин)
(4 rows)
```

И использовать индекс-B-дерево:

```
=> CREATE INDEX ON t USING btree (len);

CREATE INDEX

=> SET enable_seqscan TO off;

SET

=> EXPLAIN (costs off)
SELECT * FROM t ORDER BY len;

              QUERY PLAN
--------------------------------------
 Index Only Scan using t_len_idx on t
(1 row)
```

pg_dump: команды DDL

```
CREATE EXTENSION имя;
```

имя--*версия*.sql

```
CREATE FUNCTION ...
CREATE VIEW ...
CREATE TABLE ...
```

вывод утилиты pg_dump

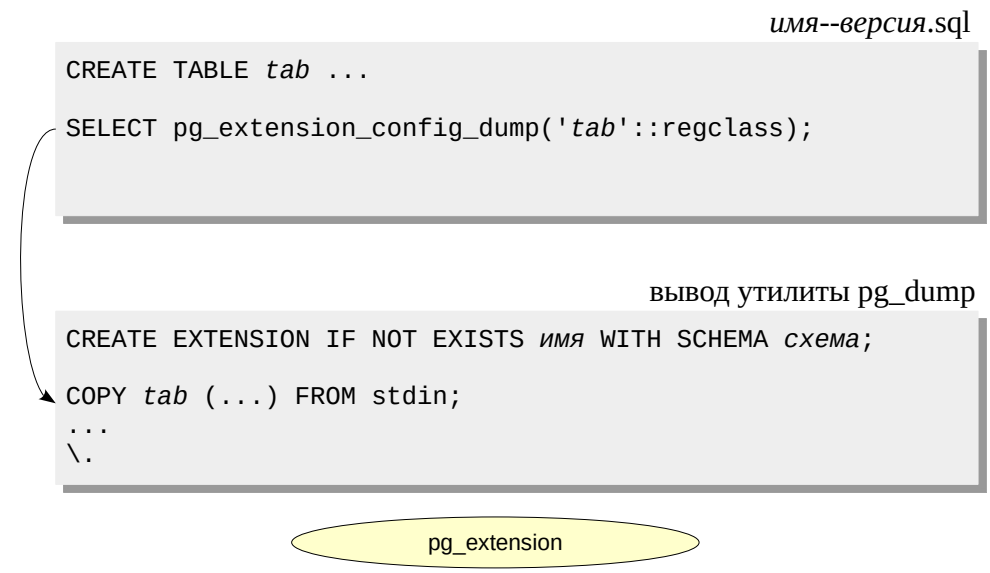
```
CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS имя WITH SCHEMA схема;
```


Утилита pg_dump обрабатывает расширения особым образом.

Чтобы не потерять зависимости объектов от расширения, нельзя просто выгружать команды определения отдельных объектов (CREATE FUNCTION, CREATE VIEW,…). В копию включается только команда CREATE EXTENSION, при выполнении которой создаются объекты расширения.

При восстановлении из такой копии расширение будет создано заново со всеми объектами и связями с помощью установленных в системе скриптов. Поэтому перед восстановлением нужно убедиться, что в системе установлена такая же версия расширения, что и при создании копии.

pg_dump: строки таблиц



В расширение можно включать и таблицы.

По умолчанию строки таблиц, входящих в расширение, считаются его частью и не выгружаются утилитой pg_dump.

Если же таблица содержит пользовательские данные, требуется включить ее строки в выгрузку pg_dump. Для этого в файле SQL расширения нужно вызвать для каждой такой таблицы функцию pg_extension_config_dump().

Функция имеет два параметра. Первый — это OID таблицы, второй (необязательный) — фраза WHERE, которую pg_dump будет применять к таблице при выгрузке.

Эта же функция используется и для последовательностей, которые могут быть связаны с таблицей. В вывод pg_dump будет записываться вызов функции setval, устанавливающий последнее полученное из последовательности значение.

Функцию pg_extension_config_dump() можно вызывать только из файлов SQL расширения.

Выгрузка pg_dump

В следующей версии расширения — 1.2 — добавлен вызов функции pg_extension_config_dump.

Теперь pg_dump будет выгружать содержимое таблицы uom_ref. Добавленный в таблицу столбец predefined нужен для определения строк, которые были вставлены в таблицу не скриптом расширения, а уже после создания.

Файл обновления:

```
student$ cat /usr/share/postgresql/13/extension/uom--1.1--1.2.sql

\echo Use "ALTER EXTENSION uom UPDATE TO '1.2'" to load this file. \quit

COMMENT ON EXTENSION uom IS 'Единицы измерения. uom--1.1--1.2.sql';

-- Добавим признак, что строка добавлена при установке расширения.
ALTER TABLE uom_ref ADD COLUMN predefined boolean;

UPDATE uom_ref SET predefined = true;

ALTER TABLE uom_ref
    ALTER COLUMN predefined SET NOT NULL,
    ALTER COLUMN predefined SET DEFAULT false;

-- Если справочник будет пополняться при эксплуатации расширения,
-- то pg_dump должен выгружать новые строки.
SELECT pg_extension_config_dump('uom_ref'::regclass, 'WHERE NOT predefined');
```

Для перехода на версию 1.2 мы не можем просто удалить расширение и пересоздать его. Помешает столбец len таблицы t:

```
=> DROP EXTENSION uom;

ERROR:  cannot drop extension uom because other objects depend on it
DETAIL:  column len of table t depends on type uom
HINT:  Use DROP ... CASCADE to drop the dependent objects too.
```

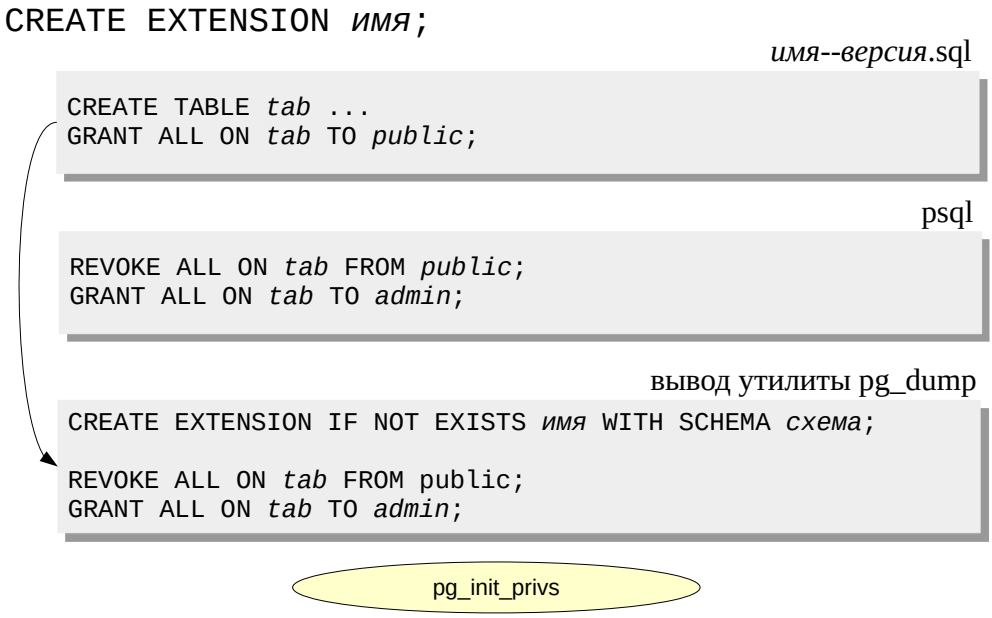
Если мы не готовы удалять таблицу (или столбец len), то следует выполнить обновление:

```
=> ALTER EXTENSION uom UPDATE;

ALTER EXTENSION
```

Без указания версии обновление выполняется до версии по умолчанию из управляющего файла:

```
=> \dx uom

                  List of installed extensions
 Name | Version | Schema |             Description
------+---------+--------+-------------------------------------
 uom  | 1.2     | public | Единицы измерения. uom--1.1--1.2.sql
(1 row)
```

pg_dump: привилегии



Скрипты расширений могут включать команды GRANT и REVOKE для управления привилегиями на объекты расширения.

Информация о выданных или отозванных расширениями привилегиях сохраняется в системном каталоге pg_init_privs. Это позволяет pg_dump сформировать «разницу» в виде набора команд GRANT и REVOKE, которые после выполнения CREATE EXTENSION устанавливают права доступа на объекты такими, какими они были на момент создания копии.

В приведенном примере скрипт расширения выдает права на таблицу псевдороли public. Затем, в процессе эксплуатации, права на эту таблицу у public отнимаются и передаются роли admin. В копию pg_dump должны попасть не только команда выдачи привилегий на таблицу для роли admin, но отзыв привилегий у псевдороли public, которые будут выданы в результате выполнения CREATE EXTENSION.

Итоги

Расширяемость — важнейшее свойство PostgreSQL

Расширения — упаковка связанных объектов БД

Механизм расширений содержит инструменты для обновления версий, поддержки работы pg_dump

Практика

1. Установите расширение uom и убедитесь, что оно появилось в списке доступных.
2. Создайте расширение uom, не указывая версию.
   Какая версия создалась и какими скриптами?
3. Добавьте в справочник футы и дюймы.
4. Измените доступ к справочной таблице:
   привилегия SELECT должна быть только у специально созданной роли, а не у всех.
5. Проверьте, как pg_dump выгружает объекты расширения: таблицу, тип, функции и операторы, содержимое таблицы, права доступа.

1. Файлы расширения расположены в подкаталоге uom домашнего каталога пользователя student. Процесс установки аналогичен тому, что использовался в демонстрации.

3. При добавлении записей важно, чтобы у добавленных записей значение столбца predefined было false.

Коэффициенты пересчета:

1 фут = 0,3048 м

1 дюйм = 0,0254 м

1. Установка расширения

Устанавливаем файлы расширения:

```
student$ sudo make install -C /home/student/uom PG_CONFIG=/usr/lib/postgresql/13/bin/pg_config
```

```
make: Entering directory '/home/student/uom'
/bin/mkdir -p '/usr/share/postgresql/13/extension'
/bin/mkdir -p '/usr/share/postgresql/13/extension'
/usr/bin/install -c -m 644 .//uom.control '/usr/share/postgresql/13/extension/'
/usr/bin/install -c -m 644 .//uom--1.0.sql .//uom--1.2.sql .//uom--1.0--1.1.sql .//uom--1.1--1.2.sql  '/usr/share/postgresql/13/extension/'
make: Leaving directory '/home/student/uom'
```

Проверим, что расширение доступно для загрузки в базу данных:

```
=> SELECT *
FROM pg_available_extensions
WHERE name = 'uom';
```

```
 name | default_version | installed_version |       comment
------+-----------------+-------------------+----------------------
 uom  | 1.2             |                   | Units of Measurement
(1 row)
```

2. Создание расширения в базе данных

Создаем расширение uom в новой базе:

```
=> CREATE DATABASE admin_extensions;
```

```
CREATE DATABASE
```

```
=> \c admin_extensions
```

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

```
=> CREATE EXTENSION uom;
```

```
CREATE EXTENSION
```

Версия расширения соответствует значению параметра default_version:

```
=> \dx uom
```

```
               List of installed extensions
 Name | Version | Schema |           Description
------+---------+--------+---------------------------------
 uom  | 1.2     | public | Единицы измерения. uom--1.2.sql
(1 row)
```

Поскольку для версии 1.2 есть файл uom--1.2.sql, то он и используется для создания расширения. А для тех, кто хочет перейти с 1.1 или с 1.0, имеются соответствующие пути обновления.

3. Расширение справочника

Добавляем футы и дюймы. Столбец predefined заполняется значением по умолчанию (false):

```
=> INSERT INTO uom_ref VALUES ('фут', 0.3048);
```

```
INSERT 0 1
```

```
=> INSERT INTO uom_ref VALUES ('дюйм', 0.0254);
```

```
INSERT 0 1
```

Сколько же дюймов в футе?

```
=> SELECT uom2uom(1, 'фут', 'дюйм');
```

```
       uom2uom
---------------------
 12.0000000000000000
(1 row)
```

4. Изменение доступа

Создаем отдельную роль для доступа к таблице uom_ref:

```
=> CREATE ROLE util;
```

```
CREATE ROLE
```

Читать из таблицы может только новая роль:

```
=> GRANT SELECT ON uom_ref TO util;
```

```
GRANT
```

```
=> REVOKE SELECT ON uom_ref FROM public;
```

```
REVOKE
```

5. pg_dump и объекты расширений

Информация о том, содержимое каких таблиц будет выгружать pg_dump, сохраняется в pg_extension:

```
=> SELECT extname, extconfig::regclass[], extcondition
FROM pg_extension
WHERE extname = 'uom';
```

```
 extname | extconfig |       extcondition
---------+-----------+--------------------------
 uom     | {uom_ref} | {"WHERE NOT predefined"}
(1 row)
```

Запускаем pg_dump:

```
student$ pg_dump -d admin_extensions
```

```
--
-- PostgreSQL database dump
--

-- Dumped from database version 13.7 (Ubuntu 13.7-1.pgdg22.04+1)
-- Dumped by pg_dump version 13.7 (Ubuntu 13.7-1.pgdg22.04+1)

SET statement_timeout = 0;
SET lock_timeout = 0;
SET idle_in_transaction_session_timeout = 0;
SET client_encoding = 'UTF8';
SET standard_conforming_strings = on;
SELECT pg_catalog.set_config('search_path', '', false);
SET check_function_bodies = false;
SET xmloption = content;
SET client_min_messages = warning;
SET row_security = off;

--
-- Name: uom; Type: EXTENSION; Schema: -; Owner: -
--

CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS uom WITH SCHEMA public;


--
-- Name: EXTENSION uom; Type: COMMENT; Schema: -; Owner:
--

COMMENT ON EXTENSION uom IS 'Единицы измерения. uom--1.2.sql';


--
-- Data for Name: uom_ref; Type: TABLE DATA; Schema: public; Owner: student
--

COPY public.uom_ref (name, k, predefined) FROM stdin;
фут     0.3048  f
дюйм    0.0254  f
\.


--
-- Name: TABLE uom_ref; Type: ACL; Schema: public; Owner: student
--

REVOKE SELECT ON TABLE public.uom_ref FROM PUBLIC;
GRANT SELECT ON TABLE public.uom_ref TO util;


--
-- PostgreSQL database dump complete
--
```

Проверим, как pg_dump выгружает объекты расширения:

- Таблица, тип, функции и операторы не выгружаются. Они будут созданы командой CREATE EXTENSION. В системе, где производится восстановление, должна быть та же версия расширения, что при выгрузке.
- Содержимое вновь добавленных строк таблицы выгружается в виде команды COPY.
- Права доступа к таблице uom_ref формируются такими, какими они были на момент запуска pg_dump.

Для того чтобы правильно выгрузить права доступа, в системном каталоге сохраняется информация о правах на объекты, выданные скриптами создания расширений:

```
=> SELECT objoid::regclass, initprivs
FROM pg_init_privs
WHERE privtype = 'e';
```

```
 objoid  |             initprivs
---------+-------------------------------------
 uom_ref | {student=arwdDxt/student,=r/student}
(1 row)
```

Без этого было бы невозможно сформировать команду REVOKE.