

Репликация

Логическая репликация



Авторские права

© Postgres Professional, 2018–2022

Авторы: Егор Рогов, Павел Лузанов, Илья Баштанов

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

Отказ от ответственности

Компания Postgres Professional не несет никакой ответственности за любые повреждения и убытки, включая потерю дохода, нанесенные прямым или косвенным, 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.

Отличия логической репликации от физической

Публикации и подписки

Логическое декодирование и слоты логической репликации

Конфликты и их разрешение

Выполнение триггеров на подписчике

Физическая

- мастер-реплика: поток данных только в одну сторону
- трансляция потока журнальных записей или файлов журнала
- требуется двоичная совместимость серверов
- возможна репликация только всего кластера

Логическая

- публикация-подписки: у сервера нет выделенной роли
- трансляция изменений табличных строк
- необходим уровень журнала logical
- требуется совместимость на уровне протокола
- возможна выборочная репликация отдельных таблиц

Как мы помним, при физической репликации серверы имеют назначенные роли: мастер и реплика. Мастер передает на реплику журнальные записи (в виде файлов или потока записей); реплика применяет эти записи к своим файлам данных. Применение происходит чисто механически, без «понимания смысла» изменений, поэтому важна двоичная совместимость между серверами (одинаковые платформы и основные версии PostgreSQL). Поскольку журнал общий для всего кластера, то и реплицировать можно только кластер целиком.

При логической репликации на одном сервере создается публикация, другие серверы могут на нее подписаться. У сервера нет выделенной роли: один и тот же сервер может как публиковать изменения, так и подписываться на другие (или даже свои) публикации. Подписке передается информация об изменениях строк в таблицах в платформо-независимом виде; двоичная совместимость не требуется. Для работы логической репликации в журнале публикующего сервера необходима дополнительная информация (параметр `wal_level = logical`). Логическая репликация позволяет транслировать не все изменения, а только касающиеся определенных таблиц.

Логическая репликация доступна, начиная с версии 10; более ранние версии должны были использовать расширение `pglogical`, либо организовывать репликацию с помощью триггеров.

<https://www.2ndquadrant.com/en/resources-old/pglogical/>

Публикация

- объект базы данных
- выдает изменения данных построчно
- изменения в порядке фиксации транзакций

Подписка

- подписывается, получает и применяет изменения
- таблицы и столбцы сопоставляются по полным именам, строки — по логическим идентификаторам
- поддерживается «бесшовная» начальная синхронизация (экспорт снимка)
- могут возникать конфликты с локальными данными

Логическая репликация использует модель «публикация-подписка».

На одном сервере создается *публикация*, которая может включать ряд таблиц одной базы данных. Для репликации из нескольких баз данных потребуется создать несколько публикаций.

Публикация включает в себя изменения, происходящие с таблицами: эти изменения передаются на уровне строк («в таблице такой-то такая-то строка изменилась таким-то образом»).

Изменения выдаются не сразу, а только при фиксации транзакции.

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/logical-replication-publication>

Другие серверы могут создавать *подписки* на публикации, получать и применять изменения.

Применение изменений всегда происходит построчно. Хотя каждое изменение не требует разбора и планирования запроса, массовые изменения из-за этого будут выполняться медленнее.

Таблицы идентифицируются по полным именам (включая схему), столбцы также идентифицируются по именам. Это позволяет подписке использовать отличающуюся схему данных (например, иметь в таблице дополнительные столбцы).

По умолчанию при создании подписки выполняется начальная синхронизация содержимого таблиц. Она происходит «бесшовно» благодаря использованию механизма экспорта снимка данных.

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/logical-replication-subscription>

Реплицируются не все изменения

- только команды INSERT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE
- только базовые и секционированные таблицы (не реплицируются последовательности, материализованные представления)

Подписку и публикацию можно создать только на основном сервере

- не работают на физических репликах

Циклы в репликации не обрабатываются

- нельзя реплицировать одну и ту же таблицу с одного сервера на другой и обратно

Реплицируются только изменения содержимого таблиц, вызванные командами DML. TRUNCATE реплицируется, начиная с версии 11, секционированные таблицы — с версии 13.

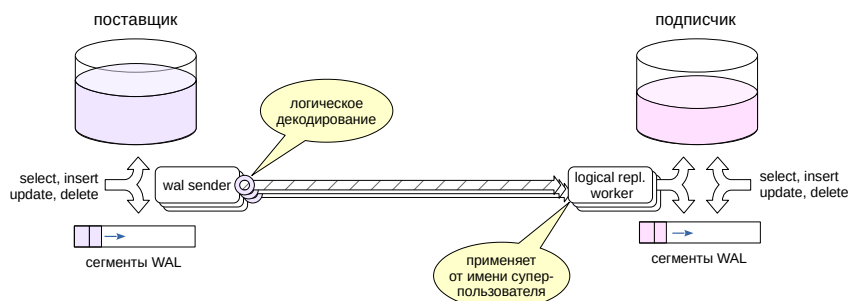
Не реплицируются команды DDL, что означает необходимость предварительно создать все необходимые таблицы на стороне подписки. Не реплицируются остальные объекты, объединяемые термином *relation*: последовательности, материализованные представления, внешние таблицы. Большие объекты (*large objects*) также не реплицируются.

Если используется физическая репликация, то и публикацию, и подписку можно создать только на основном сервере, так как команды DDL на реплике не поддерживаются.

Нет возможности организовать репликацию одной и той же таблицы между двумя серверами: изменения, сделанные на первом сервере, применяются вторым и тут же снова пересылаются первому, который скорее всего не сможет их применить из-за нарушения ограничений целостности.

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/logical-replication-restrictions>

Схема работы



max_wal_senders
max_replication_slots

max_logical_replication_workers
max_worker_processes

6

Данные об изменениях таблиц передаются подписке тем же процессом wal sender, что и при обычной потоковой репликации. Так же, как и при потоковой репликации, этот процесс читает журнал предзаписи, но не просто транслирует прочитанные записи, а предварительно декодирует их. В отличие от физической репликации, в обязательном порядке используется слот логической репликации.

На стороне подписки информацию принимает фоновый процесс logical replication worker и применяет ее. В это же время сервер-подписчик принимает обычные запросы и на чтение, и на запись.

Обратите внимание, что на публикующем сервере может быть запущено много процессов wal sender — по одному на каждую подписку. Значения параметров *max_wal_senders* и *max_replication_slots* должны соответствовать нужному количеству процессов.

На сервере подписки необходимо установить параметры *max_logical_replication_workers* (для процессов, принимающих изменения по подписке) и в целом *max_worker_processes* (как минимум на единицу больше, так как есть еще процесс logical replication launcher, но вообще этот пул используется и для других нужд).

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/logical-replication-architecture>

Логическая репликация

Мы собираемся настроить логическую репликацию таблицы test с сервера alpha на сервер beta.

Для начала создадим базу данных.

```
α=> CREATE DATABASE replica_logical;
```

```
CREATE DATABASE
```

```
α=> \c replica_logical
```

You are now connected to database "replica_logical" as user "student".

Второй кластер изначально будет копией первого, поэтому выполним резервное копирование в каталог PGDATA второго сервера.

```
student$ pg_basebackup --pgdata=/home/student/backup
```

```
student$ sudo pg_ctlcluster 13 beta status
```

```
Error: /var/lib/postgresql/13/beta is not accessible or does not exist
```

```
student$ sudo rm -rf /var/lib/postgresql/13/beta
```

```
student$ sudo mv /home/student/backup /var/lib/postgresql/13/beta
```

```
student$ sudo chown -R postgres:postgres /var/lib/postgresql/13/beta
```

Запускаем второй сервер.

```
student$ sudo pg_ctlcluster 13 beta start
```

Теперь на первом сервере создадим таблицу и заполним ее данными.

```
α=> CREATE TABLE test(id int PRIMARY KEY GENERATED BY DEFAULT AS IDENTITY, descr text);
```

```
CREATE TABLE
```

```
α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Раз'), ('Два'), ('Три');
```

```
INSERT 0 3
```

Для работы логической репликации понадобится изменить уровень журнала.

```
student$ psql -U postgres -c "ALTER SYSTEM SET wal_level = logical"
```

```
ALTER SYSTEM
```

```
student$ sudo pg_ctlcluster 13 alpha restart
```

На втором сервере таблицы test нет. Поскольку команды DDL не реплицируются, таблицу необходимо создать вручную. При этом таблица подписчика может содержать и дополнительные столбцы, если это необходимо.

```
student$ psql -p 5433 -d replica_logical
```

```
| β=> CREATE TABLE test(id int PRIMARY KEY GENERATED BY DEFAULT AS IDENTITY, descr text, additional text);
```

```
| CREATE TABLE
```

На первом сервере создаем публикацию для таблицы test. Публикация относится к конкретной базе данных; в нее можно включить и несколько таблиц, а можно даже все таблицы сразу (FOR ALL TABLES).

```
student$ psql -d replica_logical
```

```
α=> CREATE PUBLICATION test_pub FOR TABLE test;
```

```
CREATE PUBLICATION
```

```
α=> \dRp+
```

```

          Publication test_pub
  Owner | All tables | Inserts | Updates | Deletes | Truncates | Via root
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----
student | f          | t       | t       | t       | t       | f
Tables:
"public.test"
```

На втором сервере подписываемся на публикацию. При этом на публикующем сервере будет создан слот логической репликации.

Подписку может создать только суперпользователь. А роль для подключения к публикующему серверу должна

иметь атрибуты REPLICATION и LOGIN, и также право чтения публикуемых таблиц — роль student подходит под эти требования.

```
| β=> \c - postgres
| You are now connected to database "replica_logical" as user "postgres".
|
| β=> CREATE SUBSCRIPTION test_sub
| CONNECTION 'port=5432 user=student dbname=replica_logical'
| PUBLICATION test_pub;
|
| NOTICE: created replication slot "test_sub" on publisher
| CREATE SUBSCRIPTION
|
| β=> \c - student
| You are now connected to database "replica_logical" as user "student".
|
| β=> \dRs
```

```
      List of subscriptions
  Name | Owner | Enabled | Publication
-----+-----+-----+-----
test_sub | postgres | t       | {test_pub}
(1 row)
```

По умолчанию данные сначала синхронизируются между серверами, и только после этого запускается процесс репликации. Это выполняется «бесшовно» с гарантией того, что никакие изменения не будут потеряны.

```
| β=> SELECT * FROM test;
```

```
 id | descr | additional
----+-----+-----
  1 | Раз   |
  2 | Два   |
  3 | Три   |
(3 rows)
```

Проверим, как работает репликация изменений.

```
α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Четыре');
```

INSERT 0 1

```
| β=> SELECT * FROM test;
```

```
 id | descr | additional
----+-----+-----
  1 | Раз   |
  2 | Два   |
  3 | Три   |
  4 | Четыре |
(4 rows)
```

Состояние подписки можно посмотреть в представлении:

```
| β=> SELECT * FROM pg_stat_subscription \gx
```

```
-[ RECORD 1 ]-----+-----
subid          | 32778
subname         | test_sub
pid            | 118825
reloid         |
received_lsn    | 0/50282B8
last_msg_send_time | 2023-05-29 11:57:56.576558+03
last_msg_receipt_time | 2023-05-29 11:57:56.576974+03
latest_end_lsn  | 0/50282B8
latest_end_time  | 2023-05-29 11:57:56.576558+03
```

- received_lsn — позиция в журнале, до которой получены изменения;
- latest_end_lsn — позиция в журнале, подтвержденная процессу wal sender.

К процессам сервера добавился logical replication worker (его номер указан в pg_stat_subscription.pid):

```
student$ ps -o pid,command --ppid `sudo head -n 1 /var/lib/postgresql/13/beta/postmaster.pid`
```

```
  PID COMMAND
118476 postgres: 13/beta: checkpointer
118477 postgres: 13/beta: background writer
118478 postgres: 13/beta: walwriter
118479 postgres: 13/beta: autovacuum launcher
```


118480 postgres: 13/beta: stats collector
118481 postgres: 13/beta: logical replication launcher
118825 postgres: 13/beta: logical replication worker for subscription 32778
118846 postgres: 13/beta: student replica_logical [local] idle

Переупорядочивающий буфер

wal sender читает журнальные записи и накапливает их в буфере, раскладывая по транзакциям
буфер в локальной памяти; при необходимости сбрасывается на диск

Модуль вывода

получает накопленные записи при фиксации транзакции
декодирует записи, формируя сообщения об операциях над табличными строками в платформно-независимом формате
фильтрует сообщения, на которые подписан получатель

Слот логической репликации

гарантирует, что подписка не пропустит изменения

Полезно представлять внутреннее устройство логической репликации.

Журнальные записи читаются процессом wal sender и раскладываются по отдельным транзакциям в специальном буфере в оперативной памяти. Это делается для того, чтобы при фиксации транзакции можно было взять все изменения, сделанные именно этой транзакцией, и передать их подписчику. При превышении определенного порога буфер начинает сбрасываться на диск (в каталог PGDATA/pg_replslots).

Заметим, что при наличии нескольких подписчиков и, следовательно, нескольких процессов wal sender, *каждый* из этих процессов будет самостоятельно читать WAL: буфер, упорядочивающий записи, находится в *локальной* памяти каждого процесса wal sender.

Когда транзакция фиксируется, ее изменения передаются *модулю вывода*, который *декодирует* их и представляет в платформно-независимом (текстовом) формате. Процесс wal sender передает эти декодированные сообщения подписчику (если он на них подписан) через *слот логической репликации*. Этот слот похож на обычный репликационный слот, но к нему привязан *модуль вывода*.

В журнал на уровне logical дополнительно записывается информация, необходимая для логического декодирования, в частности:

- новые значения всех столбцов для UPDATE, а не только измененных;
- старые значения столбцов, входящих в логический идентификатор, для UPDATE и DELETE;
- OID базы данных для COMMIT.

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/logicaldecoding>

Слот и логическое декодирование

Что происходит при логическом декодировании?

Создадим вручную слот логической репликации. Для передачи изменений подписчику используется модуль вывода pgoutput, а для наблюдения удобнее модуль test_decoding:

```
α=> SELECT pg_create_logical_replication_slot('test_slot','test_decoding');

pg_create_logical_replication_slot
-----
(test_slot,0/50282F0)
(1 row)
```

Теперь на сервере alpha два слота:

```
α=> SELECT slot_name, plugin, slot_type, active FROM pg_replication_slots;

 slot_name |   plugin   | slot_type | active
-----+-----+-----+-----
test_sub   | pgoutput   | logical   | t
test_slot  | test_decoding | logical   | f
(2 rows)
```

В отдельном сеансе начнем транзакцию и вставим строку в таблицу:

```
student$ psql -d replica_logical

|| α=> BEGIN;
|| BEGIN
|| α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Пять');
|| INSERT 0 1
```

Модуль вывода может запросить у слота изменения:

```
α=> SELECT * FROM pg_logical_slot_get_changes('test_slot', NULL, NULL);

 lsn | xid | data
-----+-----+-----
(0 rows)
```

Транзакция не завершена, модуль вывода пока ничего не получил. Сделаем еще изменение и завершим транзакцию.

```
|| α=> UPDATE test SET descr = 'Beş' WHERE id = 5;
|| UPDATE 1
|| α=> COMMIT;
|| COMMIT

α=> SELECT * FROM pg_logical_slot_get_changes('test_slot', NULL, NULL);

   lsn   | xid | data
-----+-----+-----
0/50282F0 | 492 | BEGIN 492
0/50282F0 | 492 | table public.test: INSERT: id[integer]:5 descr[text]:'Пять'
0/5028378 | 492 | table public.test: UPDATE: id[integer]:5 descr[text]:'Beş'
0/50283F8 | 492 | COMMIT 492
(4 rows)
```

Теперь модуль вывода получил изменения.

Удалим тестовый слот, иначе он будет препятствовать удалению сегментов WAL.

```
α=> SELECT pg_drop_replication_slot('test_slot');

pg_drop_replication_slot
-----
(1 row)
```


Режимы идентификации для изменения и удаления

`ALTER TABLE ... REPLICA IDENTITY ...`

- а) столбцы первичного ключа (по умолчанию)
- б) столбцы указанного уникального индекса с ограничением NOT NULL
- в) все столбцы
- г) без идентификации (по умолчанию для системного каталога)

Конфликты — нарушение ограничений целостности

репликация приостанавливается до устранения конфликта

требуется вручную исправить данные на стороне подписки

Вставка новых строк на стороне подписки происходит достаточно просто.

Интереснее обстоит дело при изменениях и удалениях — в этом случае надо как-то идентифицировать старую версию строки. По умолчанию для этого используются столбцы первичного ключа, но для таблицы можно указать и другие способы: по уникальному индексу или по всем столбцам. В первом случае для поиска строки будет использоваться соответствующий индекс, во втором — полное сканирование таблицы (что крайне неэффективно для больших таблиц).

Можно вообще отказаться от поддержки репликации для некоторых таблиц (по умолчанию так работают таблицы системного каталога).

Поскольку таблицы на публикующем сервере и на подписке могут изменяться независимо друг от друга, при вставке новых версий строк возможно возникновение конфликта — нарушение ограничения целостности. В этом случае процесс применения записей приостанавливается до тех пор, пока конфликт не будет разрешен. Автоматического разрешения пока не существует; нужно вручную исправить данные на подписке так, чтобы устранить конфликт.

<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/logical-replication-conflicts>

Конфликты

Заметим, что последовательности не реплицируются. На втором сервере создалась своя собственная последовательность:

```
β=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Шесть - локально');  
  
ERROR: duplicate key value violates unique constraint "test_pkey"  
DETAIL: Key (id)=(1) already exists.
```

А вот так получится:

```
β=> INSERT INTO test VALUES (6, 'Шесть - локально');  
  
INSERT 0 1
```

Что произойдет, если значение с таким же ключом (6) появится на публикующем сервере?

```
α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Шесть');
```

```
INSERT 0 1
```

```
α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Семь');
```

```
INSERT 0 1
```

При репликации возникнет конфликт, и она будет приостановлена.

```
β=> SELECT * FROM test;  
  
 id | descr | additional  
----+-----+-----  
  1 | Раз   |  
  2 | Два   |  
  3 | Три   |  
  4 | Четыре |  
  5 | Beş   |  
  6 | Шесть - локально |  
(6 rows)
```

Фактически, процесс logical replication worker будет периодически перезапускаться, проверяя, не устранен ли конфликт. Поэтому информация в pg_stat_subscription пропадает:

```
β=> SELECT * FROM pg_stat_subscription \gx  
  
-[ RECORD 1 ]-----+-----  
subid          | 32778  
subname        | test_sub  
pid            |  
relid          |  
received_lsn   |  
last_msg_send_time |  
last_msg_receipt_time |  
latest_end_lsn |  
latest_end_time |
```

В журнал сообщений будут попадать записи о нарушении ограничений целостности:

```
student$ sudo tail -n 3 /var/log/postgresql/postgresql-13-beta.log
```

```
2023-05-29 11:57:57.494 MSK [118825] ERROR: duplicate key value violates unique constraint "test_pkey"  
2023-05-29 11:57:57.494 MSK [118825] DETAIL: Key (id)=(6) already exists.  
2023-05-29 11:57:57.497 MSK [118474] LOG: background worker "logical replication worker" (PID 118825) exited with exit code 1
```

Чтобы разрешить этот конфликт, удалим конфликтующую строку из таблицы и немного подождем:

```
β=> DELETE FROM test WHERE id = 6;  
  
DELETE 1
```

Проверим:

```
β=> SELECT * FROM test;  
  
 id | descr | additional  
----+-----+-----  
  1 | Раз   |  
  2 | Два   |  
  3 | Три   |  
  4 | Четыре |  
  5 | Beş   |  
  6 | Шесть |  
  7 | Семь  |  
(7 rows)
```

Данные появились, репликация восстановлена.

Триггеры на подписчике

На подписчике могут выполняться триггеры, но если просто создать триггер, то он не отработает. Это удобно, если на обоих серверах созданы одинаковые таблицы с одинаковым набором триггеров: в таком случае триггер уже отработал на публикующем сервере, его не надо выполнять на подписчике.

Попробуем.

```
β=> CREATE OR REPLACE FUNCTION change_descr() RETURNS trigger AS $$
BEGIN
    NEW.additional := 'из публикации';
    RETURN NEW;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE FUNCTION

β=> CREATE TRIGGER test_before_row
BEFORE INSERT OR UPDATE ON test
FOR EACH ROW
EXECUTE FUNCTION change_descr();

CREATE TRIGGER

α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Восемь');

INSERT 0 1

β=> SELECT * FROM test;

 id | descr | additional
-----+-----+-----
  1 | Раз   |
  2 | Два   |
  3 | Три   |
  4 | Четыре |
  5 | Ве́сь |
  6 | Шесть |
  7 | Семь  |
  8 | Восемь |
(8 rows)
```

Можно изменить таблицу, чтобы триггер срабатывал только при репликации:

```
β=> ALTER TABLE test ENABLE REPLICA TRIGGER test_before_row;

ALTER TABLE
```

Или в обоих случаях: и при репликации, и при локальных изменениях.

```
β=> ALTER TABLE test ENABLE ALWAYS TRIGGER test_before_row;

ALTER TABLE
```

Различить эти ситуации можно с помощью параметра session_replication_role:

```
β=> CREATE OR REPLACE FUNCTION change_descr() RETURNS trigger AS $$
BEGIN
    NEW.additional := current_setting('session_replication_role');
    RETURN NEW;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE FUNCTION
```

Добавляем по одной строке на каждом сервере:

```
α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Девять');

INSERT 0 1

β=> INSERT INTO test(id,descr) VALUES (10,'Десять');

INSERT 0 1

β=> SELECT * FROM test;

 id | descr | additional
-----+-----+-----
  1 | Раз   |
  2 | Два   |
  3 | Три   |
  4 | Четыре |
  5 | Ве́сь |
  6 | Шесть |
  7 | Семь  |
  8 | Восемь |
  9 | Девять | replica
 10 | Десять | origin
(10 rows)
```

Триггер сработал в обоих случаях, причем понятно, откуда пришла строка.

Удаление подписки

Если репликация больше не нужна, надо удалить подписку — иначе на публикующем сервере останется открытым репликационный слот.

```
| β=> \c - postgres
| You are now connected to database "replica_logical" as user "postgres".
| β=> DROP SUBSCRIPTION test_sub;
| NOTICE: dropped replication slot "test_sub" on publisher
| DROP SUBSCRIPTION
```


Логическая репликация: модель «публикация–подписка»

Передаются изменения табличных строк

Возможна выборочная репликация отдельных таблиц

Не требуется двоичная совместимость серверов

1. Создайте две базы данных на одном сервере.
В первой базе данных создайте таблицу с первичным ключом и добавьте в нее несколько строк.
2. Перенесите определение созданной таблицы во вторую базу данных с помощью логической резервной копии.
3. Настройте логическую репликацию таблицы из первой базы данных во вторую.
4. Проверьте работу репликации.
5. Удалите подписку.

2. Воспользуйтесь утилитой `pg_dump` с ключом `--schema-only`.

3. Если попробовать выполнить это обычным образом, команда создания подписки «повиснет» из-за того, что она должна дожидаться завершения активных транзакций на публикующем сервере, то есть и самой себя в том числе. В таком случае необходимо заранее создать слот логической репликации, как описано в документации:
<https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/sql-createsubscription>

1. Базы данных и таблица

Сначала установим уровень журнала logical.

```
α=> \c - postgres
```

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

```
α=> ALTER SYSTEM SET wal_level = logical;
```

ALTER SYSTEM

```
student$ sudo pg_ctlcluster 13 alpha restart
```

Базы данных:

```
student$ psql
```

```
α=> CREATE DATABASE replica_logical_1;
```

CREATE DATABASE

```
α=> CREATE DATABASE replica_logical_2;
```

CREATE DATABASE

Таблица в первой базе:

```
α=> \c replica_logical_1
```

You are now connected to database "replica_logical_1" as user "student".

```
α=> CREATE TABLE test(id int PRIMARY KEY GENERATED BY DEFAULT AS IDENTITY, descr text);
```

CREATE TABLE

```
α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Раз'), ('Два'), ('Три');
```

INSERT 0 3

2. Перенос таблицы во вторую БД

Воспользоваться логической резервной копией особенно удобно, когда таблиц много.

```
student$ pg_dump --schema-only replica_logical_1 | psql -d replica_logical_2
```

```
SET
SET
SET
SET
SET
  set_config
-----
```

(1 row)

```
SET
SET
SET
SET
SET
SET
CREATE TABLE
ALTER TABLE
ALTER TABLE
ALTER TABLE
```

Переносить данные с помощью pg_dump не имеет смысла, поскольку в процессе переноса таблицы могут измениться.

```
student$ psql -d replica_logical_2
```

```
| α=> \d test;
```

Column	Type	Collation	Nullable	Default
id	integer		not null	generated by default as identity
descr	text			

Indexes:
 "test_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)

3. Логическая репликация

Публикация:

```
α=> CREATE PUBLICATION test_pub FOR TABLE test;
```

CREATE PUBLICATION

Поскольку репликация будет настроена на одном и том же сервере, вначале вручную создаем слот логической репликации.

```
α=> SELECT pg_create_logical_replication_slot('testslot','pgoutput');
```

```
pg_create_logical_replication_slot
-----
(testslot,0/3044D20)
(1 row)
```

И затем создаем подписку:

```
α=> \c - postgres
```

```
You are now connected to database "replica_logical_2" as user "postgres".
```

```
α=> CREATE SUBSCRIPTION test_sub
CONNECTION 'user=student dbname=replica_logical_1'
PUBLICATION test_pub
WITH (create_slot = false, slot_name = testslot);
```

CREATE SUBSCRIPTION

4. Проверка

```
α=> INSERT INTO test(descr) VALUES ('Четыре');
```

INSERT 0 1

```
α=> SELECT * FROM test;
```

```
id | descr
----+-----
 1 | Раз
 2 | Два
 3 | Три
 4 | Четыре
(4 rows)
```

5. Удаление подписки

```
α=> DROP SUBSCRIPTION test_sub;
```

```
NOTICE: dropped replication slot "testslot" on publisher
DROP SUBSCRIPTION
```