

# УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

## Лабораторная работа №4

ФИО студентов:

Готовко Алексей Владимирович

Руденко Илья Александрович

Направление подготовки: 09.03.04 (СППО)

Учебная группа: Р33101

ФИО преподавателя: Шешуков Дмитрий Михайлович

Санкт-Петербург

2024г.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Задание</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Выполнение работы</b>	<b>3</b>
2.1	Настройка . . . . .	3
2.2	Подготовка . . . . .	5
2.3	Сбой . . . . .	6
2.4	Отработка . . . . .	7
2.5	Восстановление . . . . .	8

# 1 Задание

## Требования к выполнению лабораторной работы:

- В качестве хостов использовать одинаковые виртуальные машины.
- В первую очередь настроить сеть виртуальных машин:
  - Если ВМ запускаются на одном хосте, рекомендуется использовать NAT сеть.
  - Если ВМ запускаются на различных хостах, рекомендуется использовать сетевые интерфейсы в режиме “Bridge”; для связи рекомендуется использовать проводное соединение.
- Для подключения к СУБД (например, через psql), использовать отдельную виртуальную или физическую машину.
- Для демонстрации наполнения базы, а также доступа на запись (см. задание ниже) использовать не меньше двух таблиц, трёх столбцов, пяти строк, двух транзакций, двух клиентских сессий. Данные не обязаны быть осмысленными, но должны быть легко отличимы - повторяющиеся строки запрещены.

## Задание:

### 1. Настройка

Развернуть postgres на двух узлах в режиме потоковой репликации. Не использовать дополнительные пакеты. Продемонстрировать доступ в режиме чтение/запись на основном сервере, а также что новые данные синхронизируются на резервный.

### 2. Подготовка

- Установить несколько клиентских подключений к СУБД.
- Продемонстрировать состояние данных и работу клиентов в режиме чтение/запись.

### 3. Сбой

Симулировать программную ошибку на основном сервере - выполнить `pgkill -9 postgres`.

### 4. Отработка

- Найти продемонстрировать в логах релевантные сообщения об ошибках.
- Выполнить фейловер на резервный сервер.
- Продемонстрировать состояние данных и работу клиентов в режиме чтение/запись.

### 5. Восстановление

- Восстановить работу основного узла - откатить действие, выполненное с виртуальной машиной на этапе 2.2.
- Актуализировать состояние базы на основном узле - накатить все изменения данных, выполненные на этапе 2.3.
- Восстановить работу узлов в исходной конфигурации (в соответствии с этапом 1).
- Продемонстрировать состояние данных и работу клиентов в режиме чтение/запись.

## 2 Выполнение работы

### 2.1 Настройка

Установим три виртуальные машины:

1. distributed-db-1 – master (IP 10.0.2.4);
2. distributed-db-2 – slave (IP 10.0.2.5);
3. distributed-db-psql – для доступа к первым двум ВМ при необходимости (IP 10.0.2.6).

Инициализируем БД на мастере:

```
xgodness@distributed-db-1:~$ mkdir db
xgodness@distributed-db-1:~$ /usr/lib/postgresql/14/bin/initdb -D db/
The files belonging to this database system will be owned by user "xgodness".
This user must also own the server process.

The database cluster will be initialized with locale "en_GB.UTF-8".
The default database encoding has accordingly been set to "UTF8".
The default text search configuration will be set to "english".

Data page checksums are disabled.

fixing permissions on existing directory db ... ok
creating subdirectories ... ok
selecting dynamic shared memory implementation ... posix
selecting default max_connections ... 100
selecting default shared_buffers ... 128MB
selecting default time zone ... Etc/UTC
creating configuration files ... ok
running bootstrap script ... ok
performing post-bootstrap initialization ... ok
syncing data to disk ... ok

initdb: warning: enabling "trust" authentication for local connections
You can change this by editing pg_hba.conf or using the option -A, or
--auth-local and --auth-host, the next time you run initdb.

Success. You can now start the database server using:

    /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_ctl -D db/ -l logfile start

xgodness@distributed-db-1:~$
```

Настроим `pg_hba.conf` так, чтобы `distributed-db-2` имела возможность совершать репликацию, а `distributed-db-psql` – подключаться к БД postgres:

#	TYPE	DATABASE	USER	ADDRESS	METHOD
host	replication		all	10.0.2.4/32	trust
host	postgres		all	10.0.2.6/32	trust

Изменим `postgresql.conf`, чтобы postgres разрешал подключения извне:

```
listen_addresses = '*'          # what IP address(es) to listen on;
```

Запустим мастер и создадим в нем пользователя postgres:

```
xgodness@distributed-db-1:~$ /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_ctl -D db/ start
waiting for server to start....2024-05-19 15:22:34.533 UTC [2256] LOG:  starting PostgreSQL 14.11 (U
buntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1) on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (Ubuntu 11.4.0-1ubuntu1~22.04)
 11.4.0, 64-bit
2024-05-19 15:22:34.533 UTC [2256] LOG:  listening on IPv4 address "0.0.0.0", port 5432
2024-05-19 15:22:34.533 UTC [2256] LOG:  listening on IPv6 address "::", port 5432
2024-05-19 15:22:34.535 UTC [2256] LOG:  listening on Unix socket "/var/run/postgresql/.s.PGSQL.5432"
2024-05-19 15:22:34.538 UTC [2257] LOG:  database system was shut down at 2024-05-19 15:22:32 UTC
2024-05-19 15:22:34.541 UTC [2256] LOG:  database system is ready to accept connections
done
server started
xgodness@distributed-db-1:~$ /usr/lib/postgresql/14/bin/createuser postgres -s
xgodness@distributed-db-1:~$
```

На второй ВМ `distributed-db-2` (slave) запустим потоковую репликацию с помощью команды `pg_basebackup` и проверим, что база postgres пуста:

```
xgodness@distributed-db-2:~$ mkdir db
xgodness@distributed-db-2:~$ sudo chmod 700 -R db/
[sudo] password for xgodness:
xgodness@distributed-db-2:~$ pg_basebackup -P -R -X stream -h 10.0.2.5 -U postgres -D ./db
26312/26312 kB (100%), 1/1 tablespace
xgodness@distributed-db-2:~$ ls db/
backup_label      pg_dynshmem      pg_notify        pg_stat_tmp      pg_wal
backup_manifest  pg_hba.conf      pg_replslot      pg_subtrans      pg_xact
base              pg_ident.conf    pg_serial        pg_tblspc        postgresql.auto.conf
global           pg_logical        pg_snapshots     pg_twophase       postgresql.conf
pg_commit_ts     pg_multixact     pg_stat          PG_VERSION       standby.signal
xgodness@distributed-db-2:~$ /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_ctl -D db start
waiting for server to start....2024-05-19 15:24:22.730 UTC [2170] LOG:  starting PostgreSQL 14.11 (U
buntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1) on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (Ubuntu 11.4.0-1ubuntu1~22.04)
 11.4.0, 64-bit
2024-05-19 15:24:22.730 UTC [2170] LOG:  listening on IPv4 address "0.0.0.0", port 5432
2024-05-19 15:24:22.730 UTC [2170] LOG:  listening on IPv6 address "::", port 5432
2024-05-19 15:24:22.732 UTC [2170] LOG:  listening on Unix socket "/var/run/postgresql/.s.PGSQL.5432"
"
2024-05-19 15:24:22.735 UTC [2171] LOG:  database system was interrupted; last known up at 2024-05-1
9 15:23:54 UTC
2024-05-19 15:24:23.019 UTC [2171] LOG:  entering standby mode
2024-05-19 15:24:23.022 UTC [2171] LOG:  redo starts at 0/2000028
2024-05-19 15:24:23.022 UTC [2171] LOG:  consistent recovery state reached at 0/2000138
2024-05-19 15:24:23.023 UTC [2170] LOG:  database system is ready to accept read-only connections
2024-05-19 15:24:23.027 UTC [2175] LOG:  started streaming WAL from primary at 0/3000000 on timeline
 1
done
server started
xgodness@distributed-db-2:~$

xgodness@distributed-db-2:~$ sudo -su postgres psql
could not change directory to "/home/xgodness": Permission denied
psql (14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# \d
Did not find any relations.
postgres=# _
```

## 2.2 Подготовка

Заполним данными базу postgres на мастере:

```
xgodness@distributed-db-1:~$ sudo -su postgres psql
could not change directory to "/home/xgodness": Permission denied
psql (14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# \d
Did not find any relations.
postgres=# create table test1(id int primary key, val1 int, val2 int);
CREATE TABLE
postgres=# insert into test1 values (1, 1, 1);
INSERT 0 1
postgres=# insert into test1 values (2, 2, 2);
INSERT 0 1
postgres=# insert into test1 values (3, 3, 3);
INSERT 0 1
postgres=# create table test2(id int primary key, val1 int, val2 int);
CREATE TABLE
postgres=# insert into test2 values (4, 4, 5);
INSERT 0 1
postgres=# insert into test2 values (5, 5, 5);
INSERT 0 1
postgres=# insert into test2 values (6, 6, 6);
INSERT 0 1

postgres=# \d
          List of relations
Schema | Name  | Type  | Owner
-----+-----+-----+-----
public | test1 | table | postgres
public | test2 | table | postgres
(2 rows)

postgres=# select * from test1;
 id | val1 | val2
----+-----+-----
  1 |    1 |    1
  2 |    2 |    2
  3 |    3 |    3
(3 rows)

postgres=# select * from test2;
 id | val1 | val2
----+-----+-----
  4 |    4 |    5
  5 |    5 |    5
  6 |    6 |    6
(3 rows)

postgres=#
```

Проверим, что данные реплицировались на slave-узел:

```
xgodness@distributed-db-2:~$ sudo -su postgres psql
could not change directory to "/home/xgodness": Permission denied
psql (14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# \d
          List of relations
 Schema | Name  | Type  | Owner
-----+-----+-----+-----
 public | test1 | table | postgres
 public | test2 | table | postgres
(2 rows)

postgres=# select * from test1;
 id | val1 | val2
----+-----+-----
  1 |    1 |    1
  2 |    2 |    2
  3 |    3 |    3
(3 rows)

postgres=# select * from test2;
 id | val1 | val2
----+-----+-----
  4 |    4 |    5
  5 |    5 |    5
  6 |    6 |    6
(3 rows)

postgres=#
```

Также удостоверимся, что на slave-узле возможно только чтение данных:

```
xgodness@distributed-db-2:~$ sudo -su postgres psql
could not change directory to "/home/xgodness": Permission denied
psql (14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# create table test3(id int primary key, val1 int, val2 int);
2024-05-19 15:32:19.950 UTC [2244] ERROR:  cannot execute CREATE TABLE in a read-only transaction
2024-05-19 15:32:19.950 UTC [2244] STATEMENT:  create table test3(id int primary key, val1 int, val2 int);
ERROR:  cannot execute CREATE TABLE in a read-only transaction
postgres=# insert into test1 values (7, 7, 7);
2024-05-19 15:32:31.593 UTC [2244] ERROR:  cannot execute INSERT in a read-only transaction
2024-05-19 15:32:31.593 UTC [2244] STATEMENT:  insert into test1 values (7, 7, 7);
ERROR:  cannot execute INSERT in a read-only transaction
postgres=#
```

## 2.3 Сбой

Убьем все процессы postgres'a на мастере:

```
xgodness@distributed-db-1:~$ pkill -9 postgres
xgodness@distributed-db-1:~$ _
```

## 2.4 Отработка

На slave-узле появились сообщения об ошибках:

```
2024-05-19 15:35:44.029 UTC [2276] FATAL: could not connect to the primary server: connection to server at "10.0.2.5", port 5432 failed: Connection refused
        Is the server running on that host and accepting TCP/IP connections?
```

Выполним фейловер. Сделаем slave-узел мастером с помощью команды promote:

```
xgodness@distributed-db-2:~$ /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_ctl promote -D db/
waiting for server to promote.... done
server promoted
2024-05-19 15:38:23.905 UTC [2171] LOG: received promote request
2024-05-19 15:38:23.905 UTC [2171] LOG: redo done at 0/3025750 system usage: CPU: user: 0.00 s, system: 0.01 s, elapsed: 840.88 s
2024-05-19 15:38:23.906 UTC [2171] LOG: last completed transaction was at log time 2024-05-19 15:29:14.524198+00
2024-05-19 15:38:23.916 UTC [2171] LOG: selected new timeline ID: 2
2024-05-19 15:38:23.937 UTC [2171] LOG: archive recovery complete
2024-05-19 15:38:23.945 UTC [2170] LOG: database system is ready to accept connections
```

Проверим, что узел теперь действительно мастер, и добавим новые данные в базу:

```
xgodness@distributed-db-2:~$ sudo -su postgres psql
could not change directory to "/home/xgodness": Permission denied
psql (14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# create table test3(id int primary key, val1 int, val2 int);
CREATE TABLE
postgres=# insert into test3 values (7, 7, 7);
INSERT 0 1
postgres=# insert into test3 values (8, 8, 8);
INSERT 0 1
postgres=# insert into test3 values (9, 9, 9);
INSERT 0 1
postgres=# select * from test3;
 id | val1 | val2
----+-----+-----
  7 |    7 |    7
  8 |    8 |    8
  9 |    9 |    9
(3 rows)

postgres=#
```



## 2.5 Восстановление

Восстановим работу основного узла, предварительно синхронизировав все данные со вторым узлом. Воспользуемся командой `rsync`:

```
xgodness@distributed-db-1:~$ rm -rf db/*
xgodness@distributed-db-1:~$ rsync -a xgodness@10.0.2.4:/home/xgodness/db/* db
xgodness@10.0.2.4's password:
xgodness@distributed-db-1:~$ _
```

Теперь понизим статус второго узла до уровня `slave`, создав на нем файл-маркер `standby.signal`:

```
xgodness@distributed-db-2:~$ touch db/standby.signal
xgodness@distributed-db-2:~$ /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_ctl -D db stop
2024-05-19 15:49:29.234 UTC [2580] LOG:  received fast shutdown request
waiting for server to shut down....2024-05-19 15:49:29.243 UTC [2580] LOG:  aborting any active transactions
2024-05-19 15:49:29.247 UTC [2580] LOG:  background worker "logical replication launcher" (PID 2587) exited with exit code 1
2024-05-19 15:49:29.247 UTC [2582] LOG:  shutting down
2024-05-19 15:49:29.262 UTC [2580] LOG:  database system is shut down
done
server stopped
xgodness@distributed-db-2:~$
```

Запустим оба узла:

```
xgodness@distributed-db-1:~$ /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_ctl -D db/ start
pg_ctl: another server might be running; trying to start server anyway
waiting for server to start....2024-05-19 15:50:12.224 UTC [2618] LOG:  starting PostgreSQL 14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1) on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (Ubuntu 11.4.0-1ubuntu1~22.04) 11.4.0, 64-bit
2024-05-19 15:50:12.224 UTC [2618] LOG:  listening on IPv4 address "0.0.0.0", port 5432
2024-05-19 15:50:12.224 UTC [2618] LOG:  listening on IPv6 address "::", port 5432
2024-05-19 15:50:12.226 UTC [2618] LOG:  listening on Unix socket "/var/run/postgresql/.s.PGSQL.5432"
2024-05-19 15:50:12.228 UTC [2619] LOG:  database system was interrupted; last known up at 2024-05-19 15:46:49 UTC
2024-05-19 15:50:12.528 UTC [2619] LOG:  database system was not properly shut down; automatic recovery in progress
2024-05-19 15:50:12.530 UTC [2619] LOG:  redo starts at 0/3044C80
2024-05-19 15:50:12.530 UTC [2619] LOG:  invalid record length at 0/3044C88: wanted 24, got 0
2024-05-19 15:50:12.530 UTC [2619] LOG:  redo done at 0/3044C80 system usage: CPU: user: 0.00 s, system: 0.00 s, elapsed: 0.00 s
2024-05-19 15:50:12.538 UTC [2618] LOG:  database system is ready to accept connections
done
server started
xgodness@distributed-db-1:~$

xgodness@distributed-db-2:~$ /usr/lib/postgresql/14/bin/pg_ctl -D db start
waiting for server to start....2024-05-19 15:50:41.022 UTC [3125] LOG:  starting PostgreSQL 14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1) on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (Ubuntu 11.4.0-1ubuntu1~22.04) 11.4.0, 64-bit
2024-05-19 15:50:41.022 UTC [3125] LOG:  listening on IPv4 address "0.0.0.0", port 5432
2024-05-19 15:50:41.023 UTC [3125] LOG:  listening on IPv6 address "::", port 5432
2024-05-19 15:50:41.024 UTC [3125] LOG:  listening on Unix socket "/var/run/postgresql/.s.PGSQL.5432"
2024-05-19 15:50:41.028 UTC [3126] LOG:  database system was shut down at 2024-05-19 15:49:29 UTC
2024-05-19 15:50:41.028 UTC [3126] LOG:  entering standby mode
2024-05-19 15:50:41.030 UTC [3126] LOG:  consistent recovery state reached at 0/3044D30
2024-05-19 15:50:41.030 UTC [3125] LOG:  database system is ready to accept read-only connections
2024-05-19 15:50:41.030 UTC [3126] LOG:  invalid record length at 0/3044D30: wanted 24, got 0
2024-05-19 15:50:41.036 UTC [3130] LOG:  started streaming WAL from primary at 0/3000000 on timeline 2
2024-05-19 15:50:41.039 UTC [3126] LOG:  redo starts at 0/3044D30
done
server started
xgodness@distributed-db-2:~$
```

Проверим, что все данные на основном узле синхронизировались правильно, и добавим новые:

```
xgodness@distributed-db-1:~$ sudo -su postgres psql
could not change directory to "/home/xgodness": Permission denied
psql (14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# \d
          List of relations
 Schema | Name  | Type  | Owner
-----+-----+-----+-----
 public | test1 | table | postgres
 public | test2 | table | postgres
 public | test3 | table | postgres
(3 rows)

postgres=# select * from test3;
 id | val1 | val2
----+-----+-----
  7 |    7 |    7
  8 |    8 |    8
  9 |    9 |    9
(3 rows)

postgres=# insert into test3 values (10, 10, 10);
INSERT 0 1
postgres=# select * from test3;
 id | val1 | val2
----+-----+-----
  7 |    7 |    7
  8 |    8 |    8
  9 |    9 |    9
 10 |   10 |   10
(4 rows)

postgres=#
```

Удостоверимся, что новые данные реплицировались на slave-узел и что узел работает в режиме read only:

```
xgodness@distributed-db-2:~$ sudo -su postgres psql
could not change directory to "/home/xgodness": Permission denied
psql (14.11 (Ubuntu 14.11-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# \d
          List of relations
 Schema | Name  | Type  | Owner
-----+-----+-----+-----
 public | test1 | table | postgres
 public | test2 | table | postgres
 public | test3 | table | postgres
(3 rows)

postgres=# select * from test3;
 id | val1 | val2
----+-----+-----
  7 |    7 |    7
  8 |    8 |    8
  9 |    9 |    9
 10 |   10 |   10
(4 rows)

postgres=# insert into test3 values (11, 11, 11);
2024-05-19 15:52:36.047 UTC [3145] ERROR:  cannot execute INSERT in a read-only transaction
2024-05-19 15:52:36.047 UTC [3145] STATEMENT:  insert into test3 values (11, 11, 11);

ERROR:  cannot execute INSERT in a read-only transaction
postgres=#
```