

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Дисциплина «Распределенные системы хранения данных»

Лабораторная работа №3

Вариант №85

Студент

Макаров Н.М.

P33111

Преподаватель

Николаев В. В.

Санкт-Петербург

2023 г.

Описание работы

1. Резервное копирование

1.1 Настроить резервное копирование с основного узла на резервный следующим образом:

Периодические холодные полные копии.

Полная копия (rsync) по расписанию (cron) раз в сутки. СУБД на время копирования должна отключаться. На резервном узле хранить 14 копий, после успешного создания пятнадцатой копии, самую старую автоматически уничтожать.

1.2 Подсчитать, каков будет объем резервных копий спустя месяц работы системы, исходя из следующих условий:

Средний объем измененных данных за сутки: ~600 МБ.

1.3 Проанализировать результаты.

2. Потеря основного узла

Этот сценарий подразумевает полную недоступность основного узла. Необходимо восстановить работу СУБД на резервном узле, продемонстрировать успешный запуск СУБД и доступность данных.

3. Повреждение файлов БД

Этот сценарий подразумевает потерю данных (например, в результате сбоя диска или файловой системы) при сохранении доступности основного узла. Необходимо выполнить полное восстановление данных из резервной копии и перезапустить СУБД на основном узле.

Ход работы:

3.1 Симулировать сбой:

удалить с диска директорию любой таблицы со всем содержимым.

3.2 Проверить работу СУБД, доступность данных, перезапустить СУБД, проанализировать результаты.

3.3 Выполнить восстановление данных из резервной копии, учитывая следующее условие:

Исходное расположение директории PGDATA недоступно - разместить в другой директории и скорректировать конфигурацию.

3.4 Запустить СУБД, проверить работу и доступность данных, проанализировать результаты.

4. Логическое повреждение данных

Этот сценарий подразумевает частичную потерю данных (в результате нежелательной или ошибочной операции) при сохранении доступности основного узла. Необходимо выполнить восстановление данных на основном узле следующим способом:

Восстановление с использованием архивных WAL файлов.(СУБД должна работать в режиме архивирования WAL, потребуется задать параметры восстановления).

Ход работы:

4.1 В каждую таблицу базы добавить 2-3 новые строки, зафиксировать результат.

4.2 Зафиксировать время и симулировать ошибку:

Перезаписать строки любой таблицы “мусором” (INSERT, UPDATE)

4.3 Продемонстрировать результат.

4.4 Выполнить восстановление данных указанным способом.

4.5 Продемонстрировать и проанализировать результат.

Cloud PGDATA:

```
export PGDATA=$HOME/database/lab3/u08/dir8
```

Local PGDATA:

```
export PGDATA=$HOME/Documents/studs/database/lab3/u08/dir8/
```

1. Резервное копирование

Создадим скрипт для резервного копирования с основного узла:

```
#!/bin/bash
DATE=$(date +%F-%H:%M:%S)
BACKUP_DIR_NAME="backup_$DATE"
PGDATA=$HOME/Documents/studs/database/lab3/u08/dir8/
PATH_TO_DIR=$HOME/Documents/studs/database/lab3
export PGDATA
pg_ctl stop
rsync -avv $PATH_TO_DIR/u08
nmakarov@51.250.76.32:~/database/lab3/backups/$BACKUP_DIR_NAME
--rsync-path="/usr/bin/rsync"
pg_ctl start >/logfile 2>&1 &
ssh -t nmakarov@51.250.76.32 "cd database/lab3/ && ./check_backups"
echo "backup: $BACKUP_DIR_NAME was successfully created"
```

И создадим скрипт для проверки на кол-во бэкапов:

```
#!/usr/bin/bash
BACKUPS_COUNT=`ls -l backups | grep ^d | grep -c backup`
OLDEST_BACKUP=`ls -lt backups/ | tail -1 | awk '{print $9}'`
MAX_BACKUPS_COUNT=14
NEW_BACKUP=`ls -lt backups/ | grep ^d | head -1 | awk '{print $9}'`
if(($BACKUPS_COUNT > $MAX_BACKUPS_COUNT)); then
    echo "The count of backups cannot exceed 14, remove the $OLDEST_BACKUP"
    rm -rf backups/$OLDEST_BACKUP
else
    echo "added new backup: $NEW_BACKUP"
fi
BACKUPS_COUNT=`ls -l backups | grep ^d | grep -c backup`
echo "Backups count : $BACKUPS_COUNT"
```

cron:

```
[(base) nmakarov@MacBook-Pro-Nurgun lab3 % crontab -l
0 0 * * * backup > backup.log 2>&1
```

```
(base) nurgunmakarov@MacBook-Pro-Nurgun lab3 % ./backup
waiting for server to shut down.... done
server stopped
opening connection using ssh -l nmakarov 51.250.76.32 /usr/bin/rsync --server -vvlogDtpr . "~/database/lab3/backups/backup_2023-05-22-16:47:43"
building file list ...
done
created directory /home/nmakarov/database/lab3/backups/backup_2023-05-22-16:47:43
delta-transmission enabled
u08/
u08/dir8/
u08/dir8/PG_VERSION
u08/dir8/pg_hba.conf
u08/dir8/pg_ident.conf
u08/dir8/postgresql.auto.conf
u08/dir8/postgresql.conf
u08/dir8/postmaster.opts
u08/dir8/base/
u08/dir8/base/1/
u08/dir8/base/1/112
u08/dir8/base/1/113
u08/dir8/base/1/1247
u08/dir8/base/1/1247_fsm
u08/dir8/base/1/1247_vm
u08/dir8/base/1/1249
u08/dir8/base/1/1249_fsm
u08/dir8/base/1/1249_vm
u08/dir8/base/1/1255
u08/dir8/base/1/1255_fsm
u08/dir8/base/1/1255_vm
u08/dir8/base/1/1259
u08/dir8/base/1/1259_fsm
u08/dir8/base/1/1259_vm
u08/dir8/base/1/13860
u08/dir8/base/1/13860_fsm
u08/dir8/base/1/13860_vm
u08/dir8/base/1/13863
u08/dir8/base/1/13864
u08/dir8/base/1/13865
u08/dir8/base/1/13865_fsm
u08/dir8/base/1/13865_vm
u08/dir8/base/1/13868
u08/dir8/base/1/13869
u08/dir8/base/1/13870
u08/dir8/base/1/13870_fsm
u08/dir8/base/1/13870_vm
u08/dir8/base/1/13873
u08/dir8/base/1/13874
u08/dir8/base/1/13875
u08/dir8/base/1/13875_fsm
u08/dir8/base/1/13875_vm
u08/dir8/base/1/13878
u08/dir8/base/1/13879
u08/dir8/base/1/1417
u08/dir8/base/1/1418
u08/dir8/base/1/174
u08/dir8/base/1/175
u08/dir8/base/1/2187
u08/dir8/base/1/2224
u08/dir8/base/1/2228
u08/dir8/base/1/2229
```

```

u08/dir8/global/2847
u08/dir8/global/2964
u08/dir8/global/2965
u08/dir8/global/2966
u08/dir8/global/2967
u08/dir8/global/3592
u08/dir8/global/3593
u08/dir8/global/4060
u08/dir8/global/4061
u08/dir8/global/4175
u08/dir8/global/4176
u08/dir8/global/4177
u08/dir8/global/4178
u08/dir8/global/4181
u08/dir8/global/4182
u08/dir8/global/4183
u08/dir8/global/4184
u08/dir8/global/4185
u08/dir8/global/4186
u08/dir8/global/6000
u08/dir8/global/6001
u08/dir8/global/6002
u08/dir8/global/6100
u08/dir8/global/6114
u08/dir8/global/6115
u08/dir8/global/pg_control
u08/dir8/global/pg_filenode.map
u08/dir8/pg_commit_ts/
u08/dir8/pg_dynshmem/
u08/dir8/pg_logical/
u08/dir8/pg_logical/replorigin_checkpoint
u08/dir8/pg_logical/mappings/
u08/dir8/pg_logical/snapshots/
u08/dir8/pg_multixact/
u08/dir8/pg_multixact/members/
u08/dir8/pg_multixact/members/0000
u08/dir8/pg_multixact/offsets/
u08/dir8/pg_multixact/offsets/0000
u08/dir8/pg_notify/
u08/dir8/pg_repslot/
u08/dir8/pg_serial/
u08/dir8/pg_snapshots/
u08/dir8/pg_stat/
u08/dir8/pg_stat/global.stat
u08/dir8/pg_stat_tmp/
u08/dir8/pg_subtrans/
u08/dir8/pg_subtrans/0000
u08/dir8/pg_tblspc/
u08/dir8/pg_twophase/
u08/dir8/pg_wal/
u08/dir8/pg_wal/000000010000000000000001
u08/dir8/pg_wal/archive_status/
u08/dir8/pg_xact/
u08/dir8/pg_xact/0000
total: matches=0 hash_hits=0 false_alarms=0 data=43521358

sent 43580331 bytes received 21126 bytes 7927537.64 bytes/sec
total size is 43521358 speedup is 1.00
backup: backup_2023-06-22-16:47:43 was successfully created
(base) nurgunmakarov@MacBook-Pro-Nurgun lab3 %

```

1.2. Подсчет объем резервных копирований.

Узнаем размер одного бэкапа

```

[nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/backups$ du -hs backup_2023-06-03-08\:46\:33/
51M      backup_2023-06-03-08:46:33/

```

Исходные данные для арифметической прогрессии:

$$a_1 = 51 \text{ M},$$

$d = 600 \text{ M},$

$n = 30 \text{ days},$

$$S_n = \frac{2a_1 + d(n-1)}{2} * n$$

$$S_{30} = \frac{2*51+600*29}{2} * 30 = 262530 \text{ M} \approx 256 \text{ GB}$$

Но, за месяц на резервном узле будет всего 14 копий:

$$S_{14} = \frac{2*51+600*13}{2} * 14 = 55314 \text{ M} \approx 54 \text{ GB}$$

2. Потеря основного узла

```
cp -r ../backups/backup_2023-06-03-14:58:01 .  
PGDATA=$HOME/database/lab3/restored/backup_2023-06-03-14:58:01/u08/dir8  
export PGDATA
```

Также мне нужно поменять путь к log файлам в postgresql.conf:

```
log_directory = '/home/nmakarov/database/lab3/restored/u07/dir1'
```

```
nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/restored/backup_2023-06-03-16:06:32/u08/dir8$ psql -d whitebunny2 -U employee -h localhost -p 9120  
psql (14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1))  
Type "help" for help.  
  
whitebunny2=> \dt  
List of relations  
Schema | Name | Type | Owner  
-----+-----+-----+-----  
public | employee | table | nurgunmakarov  
public | employee_details | table | nurgunmakarov  
(2 rows)  
  
whitebunny2=>
```

3. Повреждение файлов БД

3.1 Симулировать сбой:

Давайте удалим pg_wal:

```
rm -rf pg_wal
```


3.2. Проверить работу СУБД, доступность данных, перезапустить СУБД, проанализировать результаты.

```
nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/restored/backup_2023-06-03-16:06:32/u08/dir8$ rm -rf pg_wal/
nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/restored/backup_2023-06-03-16:06:32/u08/dir8$ pg_ctl restart
waiting for server to shut down.... done
server stopped
waiting for server to start....2023-06-03 13:31:06.841 GMT [3816] LOG: starting PostgreSQL 14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1) on x86_64-pc-linux-gnu
, compiled by gcc (Ubuntu 11.3.0-1ubuntu1~22.04.1) 11.3.0, 64-bit
2023-06-03 13:31:06.842 GMT [3816] LOG: listening on IPv4 address "0.0.0.0", port 9120
2023-06-03 13:31:06.842 GMT [3816] LOG: listening on IPv6 address "::", port 9120
2023-06-03 13:31:06.842 GMT [3816] LOG: listening on Unix socket "/var/run/postgresql/.s.PGSQL.9120"
2023-06-03 13:31:06.842 GMT [3816] LOG: could not open directory "pg_tblspc/16385/PG_14_202107181": No such file or directory
2023-06-03 13:31:06.843 GMT [3817] LOG: database system was shut down at 2023-06-03 13:31:06 GMT
2023-06-03 13:31:06.843 GMT [3817] FATAL: required WAL directory "pg_wal" does not exist
2023-06-03 13:31:06.845 GMT [3816] LOG: startup process (PID 3817) exited with exit code 1
2023-06-03 13:31:06.845 GMT [3816] LOG: aborting startup due to startup process failure
2023-06-03 13:31:06.849 GMT [3816] LOG: database system is shut down
stopped waiting
pg_ctl: could not start server
Examine the log output.
```

Как ожидалось кластер не может запуститься без pg_wal.

3.3 Восстановление

Давайте возьмем прошлый бэкап и запустим кластер:

```
cp -r ../backups/backup_2023-06-03-16:06:02 .
```

```
cp -r ../backups/backup_2023-06-03-16:06:02 .
```

И, т.к. Расположение PGDATA нам недоступно, поменяем его на dir9 (или на любое другое).

```
PGDATA=$HOME/database/lab3/restored/backup_2023-06-03-14:58:01/u08/dir9
export PGDATA
```

```
rsync -avv $HOME/Documents/studs/database/lab3/u08
nmakarov@84.252.131.105:~/database/lab3/restored/u08/dir9
--rsync-path="/usr/bin/rsync"
```

```
nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/restored/u08/dir9/u08/dir8$ pg_ctl start
pg_ctl: another server might be running; trying to start server anyway
waiting for server to start....2023-06-03 16:45:01.944 MSK [4162] FATAL: could not open log file "/Users/nurgunmakarov/Documents/studs/database/lab3/
u07/dir1/postgresql-2023-06-03_164501.log": No such file or directory
2023-06-03 16:45:01.948 MSK [4162] LOG: database system is shut down
stopped waiting
pg_ctl: could not start server
Examine the log output.
nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/restored/u08/dir9/u08/dir8$ vim postgresql.conf
nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/restored/u08/dir9/u08/dir8$ pg_ctl start
waiting for server to start....2023-06-03 16:45:50.258 MSK [4196] LOG: redirecting log output to logging collector process
2023-06-03 16:45:50.258 MSK [4196] HINT: Future log output will appear in directory "/home/nmakarov/database/lab3/restored/u07/dir1".
done
server started
nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/restored/u08/dir9/u08/dir8$ psql -d whitebunny2 -U postgres -p 9120
psql: error: connection to server on socket "/var/run/postgresql/.s.PGSQL.9120" failed: FATAL: role "postgres" does not exist
nmakarov@nmakarov:~/database/lab3/restored/u08/dir9/u08/dir8$ psql -d whitebunny2 -U employee -p 9120 -h localhost
psql (14.8 (Ubuntu 14.8-0ubuntu0.22.04.1))
Type "help" for help.

whitebunny2=> \dt
          List of relations
Schema |      Name      | Type  | Owner
-----+-----+-----+-----
public | employee       | table | nurgunmakarov
public | employee_details | table | nurgunmakarov
(2 rows)

whitebunny2=> █
```

Сервер запустился и имеет актуальные данные.

4. Логическое повреждение данных

Поставим режим архивирования в postgresql.conf:

```
archive_mode = on
wal_level = replica # minimal, replica, or logical
archive_command = 'scp %p nmakarov@158.160.44.142
:~/database/wal' # command to use to archive a logfile segment
```

```
psql -U employee -h localhost -d whitebunny2 -p 9120
```

4.1. В каждую таблицу базы добавить 2-3 новые строки, зафиксировать результат:

```
insert into employee
values (2, 'Maksim', 79931766710);

insert into employee
values (3, 'Yaroslav', 72943154390);

insert into employee
values (4, 'Nikolay', 72543166590);
insert into employee
values (1, 'Nurgnu', 79991746390);
```

```
[whitebunny2=# select * from employee;
 employee_id | employee_name | phone_number
-----+-----+-----
          1 | Nurgnu        | 79991746390
          2 | Maksim        | 79931766710
          3 | Yaroslav      | 72943154390
          4 | Nikolay       | 72543166590
(4 rows)
```

4.2 Зафиксировать время и симулировать ошибку:

```
[whitebunny2=> select now();  
now
```

```
-----  
2023-06-05 00:35:59.289253+03  
(1 row)
```

4.3 Продемонстрировать результат.

```
[whitebunny2=# update employee set phone_number = '574289578924';  
UPDATE 4
```

```
[whitebunny2=# select * from employee;  
 employee_id | employee_name | phone_number  
-----+-----+-----  
          1 | Nurgnu       | 574289578924  
          2 | Maksim       | 574289578924  
          3 | Yaroslav     | 574289578924  
          4 | Nikolay      | 574289578924  
(4 rows)
```

4.4 Выполнить восстановление данных указанным способом.

Посмотрим, что у нас на резервном узле:

```
nmakarov@nmakarov:~/database/wal$ ls  
00000001000000000000000001 000000020000000000000003 000000020000000000000006 000000020000000000000009  
000000010000000000000006 000000020000000000000004 000000020000000000000007 00000002000000000000000A  
000000020000000000000002 000000020000000000000005 000000020000000000000008 00000002.history
```

И на основном:

```
00000002.history 00000002000000000000000B archive_status  
00000002000000000000000A 00000002000000000000000C
```

Давайте, возьмем последний бэкап и восстановимся от него:

```
rsync -avv
```

```
nmakarov@158.160.44.142:~/database/lab3/backups/backup_20  
23-06-05-00:28:09 . --rsync-path="/usr/bin/rsync"
```

Переместим последний wal файл с основного узла на наш бэкап:

```
cp 00000002000000000000000C  
../.../restore/backup_2023-06-05-00:28:09/u08/dir8/pg_w
```

al

Поставим команду для загрузки архивированных wal файлов и время до которой будет происходить восстановление (postgresql.conf):

```
restore_command = 'scp nmakarov@158.160.44.142:~/database/wal/%f %p' #  
command to use to restore an archived logfile segment  
recovery_target_time = '2023-06-05 00:35:59.289253+03' # the time stamp  
up to which recovery will proceed  
recovery_target_inclusive = off # Specifies whether to stop:
```

Создадим файл recovery.signal, чтобы кластер стартовал в режиме восстановления данных.

И, запускаем кластер:

```
(base) nurgunmakarov@MacBook-Pro-Nurgun dir8 % pg_ctl start  
waiting for server to start...2023-06-05 00:40:21.305 MSK [10330] LOG: redirecting log output to logging collector process  
2023-06-05 00:40:21.305 MSK [10330] HINT: Future log output will appear in directory "/Users/nurgunmakarov/Documents/studs/d  
atabase/lab3/u07/dir1".  
done  
server started
```

Смотрим на логи:

```
2023-06-05 00:40:21.305 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 1 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 ending log output to stderr null null Future log ou  
2023-06-05 00:40:21.305 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 2 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 starting PostgreSQL 14.5 (Homebrew) on arch64-apple-darwin21.6.0, compiled by Apple clang version... null null  
2023-06-05 00:40:21.306 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 3 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 listening on IPv6 address "::", port 9120 null null  
2023-06-05 00:40:21.306 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 4 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 listening on IPv4 address "0.0.0.0", port 9120 null null  
2023-06-05 00:40:21.306 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 5 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 listening on Unix socket "/tmp/.s.PGSQL.9120" null null  
2023-06-05 00:40:21.308 MSK null null 10332 null 647094c5.285c 1 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 database system was interrupted while in recovery at log time 2023-06-05 00:28:09 MSK null null If this has o  
2023-06-05 00:40:21.310 MSK null null 10332 null 647094c5.285c 2 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 starting point-in-time recovery to 2023-06-05 00:35:59.289253+03 null null  
2023-06-05 00:40:21.310 MSK null null 10332 null 647094c5.285c 3 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 restored log file "00000002.history" from archive null null  
2023-06-05 00:40:21.327 MSK null null 10332 null 647094c5.285c 4 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 restored log file "00000003000000000000000000000000" from archive null null  
2023-06-05 00:40:21.331 MSK null null 10332 null 647094c5.285c 5 null 2023-06-05 00:40:21 MSK 1/0 0 LOG 00000 consistent recovery state reached at 0/AD0000A0 null null  
2023-06-05 00:40:21.333 MSK null null 10332 null 647094c5.285c 6 null 2023-06-05 00:40:21 MSK 1/0 0 LOG 00000 redo starts at 0/AD0000A0 null null  
2023-06-05 00:40:21.333 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 6 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 database system is ready to accept read-only connections null null  
2023-06-05 00:40:21.334 MSK null null 10332 null 647094c5.285c 7 null 2023-06-05 00:40:21 MSK 1/0 0 LOG 00000 recovery stopping before commit of transaction 773, time 2023-06-05 00:36:16.326319+03 null null  
2023-06-05 00:40:21.335 MSK null null 10332 null 647094c5.285c 8 null 2023-06-05 00:40:21 MSK 1/0 0 LOG 00000 pausing at the end of recovery null null Execute pg_wa  
2023-06-05 00:40:21.335 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 7 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 received fast shutdown request null null  
2023-06-05 00:40:21.336 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 8 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 aborting any active transactions null null  
2023-06-05 00:40:21.336 MSK null null 10343 null 647094c7.2867 1 null 2023-06-05 00:40:23 MSK null 0 LOG 00000 shutting down null null  
2023-06-05 00:40:21.336 MSK null null 10343 null 647094c7.2867 2 null 2023-06-05 00:40:23 MSK null 0 LOG 00000 restartpoint starting: shutdown immediate null null  
2023-06-05 00:40:21.336 MSK null null 10343 null 647094c7.2867 3 null 2023-06-05 00:40:23 MSK null 0 LOG 00000 restartpoint complete: wrote 16 buffers (0.0%); 0 WAL file(s) added, 0 removed, 1 recycled; write... null null  
2023-06-05 00:40:21.336 MSK null null 10343 null 647094c7.2867 4 null 2023-06-05 00:40:23 MSK null 0 LOG 00000 recovery restart point at 0/AD0000B0 Last - null null  
2023-06-05 00:40:21.336 MSK null null 10330 null 647094c5.285a 9 null 2023-06-05 00:40:21 MSK null 0 LOG 00000 database system is shut down null null
```

Смотрим на наши данные:

```
[whitebunny2=> select * from employee;
  employee_id | employee_name | phone_number
-----+-----+-----
          2 | Maksim        | 79931766710
          3 | Yaroslav      | 72943154390
          4 | Nikolay       | 72543166590
          1 | Nurgnu        | 79991746390
(4 rows)

[whitebunny2=> select now();
              now
-----
2023-06-05 00:41:16.284094+03
(1 row)
```

4.5. Анализ:

Архивация wal файлов, оказалась полезным. Это гибкий способ для восстановления логически поврежденных данных, так как мы можем восстановится как до определенного момента (времени), так и полностью до отключения кластера.

Выводы:

В ходе выполнения данной лабораторной работы я познакомился с прерывным бэкапом postgresql кластера, изучил на практике как его настроить и применять при различных сбоях: полной потери основного узла, повреждении файлов БД или логического повреждения данных. Во всех случаях WAL бэкапы решили задачу.