

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
Высшего образования
Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Лабораторная работа 2 по РСХД

Кластер PostgreSQL

Вариант 39455

Группа: Р3316

Выполнили:

Сиразетдинов, Шпинаева

Проверил:

Николаев В.В.

г. Санкт-Петербург

2025

Задание

Цель работы

Цель работы - на выделенном узле создать и сконфигурировать новый кластер БД Postgres, саму БД, табличные пространства и новую роль, а также произвести наполнение базы в соответствии с заданием.

Отчёт по работе должен содержать все команды по настройке, скрипты, а также измененные строки конфигурационных файлов.

Способ подключения к узлу из сети Интернет через helios:

```
ssh -J sXXXXXX\@helios.cs.ifmo.ru:2222 postgresY\@pgZZZ
```

Способ подключения к узлу из сети факультета:

```
ssh postgresY\@pgZZZ
```

Номер выделенного узла pgZZZ, а также логин и пароль для подключения Вам выдаст преподаватель.

Этап 1. Инициализация кластера БД

- Директория кластера: \[extract_itex]HOME/djs10
- Кодировка: ANSI1251
- Локаль: русская

Параметры инициализации задать через переменные окружения

Этап 2. Конфигурация и запуск сервера БД

Способы подключения:

1. Unix-domain сокет в режиме peer;
2. сокет TCP/IP, принимать подключения к любому IP-адресу узла

Номер порта: 9455

Способ аутентификации TCP/IP клиентов: по паролю в открытом виде

Остальные способы подключений запретить.

Настроить следующие параметры сервера БД:

```
max_connections  
shared_buffers  
temp_buffers  
work_mem
```

checkpoint_timeout
effective_cache_size
fsync
commit_delay

Параметры должны быть подобраны в соответствии со сценарием OLTP:

1500 транзакций в секунду размером 16КБ; обеспечить высокую доступность (High Availability) данных.

Директория WAL файлов: \$HOME/zkw63

Формат лог-файлов: .csv

Уровень сообщений лога: ERROR

Дополнительно логировать: завершение сессий и продолжительность выполнения команд

Этап 3. Дополнительные табличные пространства и наполнение базы

- Создать новые табличные пространства для временных объектов: \$HOME/cje38, \$HOME/qdx64
- На основе template0 создать новую базу: leftbrownmom
- Создать новую роль, предоставить необходимые права, разрешить подключение к базе.
- От имени новой роли (не администратора) произвести наполнение ВСЕХ созданных баз тестовыми наборами данных. ВСЕ табличные пространства должны использоваться по назначению.
- Вывести список всех табличных пространств кластера и содержащиеся в них объекты

Выполнение

Этап 1. Инициализация кластера

```
PGDATA=$HOME/u08/djs10
PGLOCALE=ru_RU.CP1251
PGENCODING=WIN1251
PGUSERNAME=postgres0
PGHOST=pg109
export PGDATA PGLOCALE PGENCODING PGUSERNAME PGHOST
```

```
mkdir -p $PGDATA
```

```
initdb --locale=$PGLOCALE --encoding=$PGENCODING --username=$PGUSERNAME
username=$PGUSERNAME
```

```
[postgres@pg109 ~]$ initdb --locale=$PGLOCALE --encoding=$PGENCODING --username=$PGUSERNAME
Файлы, относящиеся к этой СУБД, будут принадлежать пользователю "postgres0".
От его имени также будет запускаться процесс сервера.

Кластер баз данных будет инициализирован с локалью "ru_RU.CP1251".
Выбрана конфигурация текстового поиска по умолчанию "russian".

Контроль целостности страниц данных отключён.

исправление прав для существующего каталога /var/db/postgres0/u08/djs10... ок
создание подкаталогов... ок
выбирается реализация динамической разделяемой памяти... posix
выбирается значение max_connections по умолчанию... 100
выбирается значение shared_buffers по умолчанию... 128MB
выбирается часовой пояс по умолчанию... Europe/Moscow
создание конфигурационных файлов... ок
выполняется подготовительный скрипт... ок
выполняется заключительная инициализация... ок
сохранение данных на диске... ок

initdb: предупреждение: включение метода аутентификации "trust" для локальных подключений
initdb: подсказка: Другой метод можно выбрать, отредактировав pg_hba.conf или ещё раз запустив initdb с ключом -A, --auth-local или --auth-host.

Готово. Теперь вы можете запустить сервер баз данных:

pg_ctl -D /var/db/postgres0/u08/djs10 -l файл_журнала start
```

```
pg_ctl -D /var/db/postgres0/u08/djs10 -l logfile start
```

```
[postgres@pg109 ~]$ pg_ctl -D /var/db/postgres0/u08/djs10 -l logfile start
ожидание запуска сервера.... готово
сервер запущен
[postgres@pg109 ~]$
```

Этап 2. Конфигурация и запуск сервера БД

Конфигурация pg_hba.conf

1. Способы подключения

- Unix-domain сокет в режиме peer;
- сокет TCP/IP, принимать подключения к любому IP-адресу узла

2. Способ аутентификации TCP/IP клиентов: по паролю в открытом виде

3. Остальные способы подключений запретить.

```
# "local" is for Unix domain socket connections only
local    all                all
peer
# IPv4 local connections:
host     all                all                0.0.0.0/0
password
```

Конфигурация postgresql.conf

- Номер порта: 9455

```
port = 9455
```

- Настроить следующие параметры сервера БД:

- max_connections
- shared_buffers
- temp_buffers
- work_mem
- checkpoint_timeout
- effective_cache_size
- fsync
- commit_delay

Параметры должны быть подобраны в соответствии со сценарием OLTP: 1500 транзакций в секунду размером 16КБ; обеспечить высокую доступность (High Availability) данных

- max_connections

```
max_connections = 2000
```

Для поддержки 1500 TPS нам нужно как минимум 1500 открытых соединений. Я взял с запасом в 500 соединений, чтобы был запас для открытых транзакций в пуле соединения

- shared_buffers

```
shared_buffers = 2GB
```

Если вы используете выделенный сервер с объёмом ОЗУ 1 ГБ и более, разумным начальным значением shared_buffers будет 25% от объёма памяти. Существуют варианты нагрузки, при которых эффективны будут и ещё большие значения shared_buffers, но так как PostgreSQL использует и кеш операционной системы, выделять для shared_buffers более 40% ОЗУ вряд ли будет полезно. При увеличении shared_buffers

обычно требуется соответственно увеличить `max_wal_size`, чтобы растянуть процесс записи большого объёма новых или изменённых данных на более продолжительное время.

— Документация

Для значения `shared_buffers` возьмем 25% от доступной памяти

- `temp_buffers`

`temp_buffers` = 16MB

Нам требуется высокая доступность данных поэтому увеличим значение в 2 раза

- `work_mem`

Если мы предположим что у нас 1500 TPS размером 16КБ, которые будут созданы в одном соединении то $16\text{КБ} * 1500 = 24\text{Мб}$

округлив получим

`work_mem` = 32MB

- `checkpoint_timeout`

Уменьшение значений `checkpoint_timeout` и/или `max_wal_size` приводит к учащению контрольных точек. Это позволяет ускорить восстановление после краха (поскольку для воспроизведения нужно меньше данных), но с другой стороны нужно учитывать дополнительную нагрузку, возникающую вследствие более частого сброса «грязных» страниц данных на диск

— Документация

Для высокой доступности уменьшим число в 2 раза до 2 минут

`checkpoint_timeout` = 2min

- `effective_cache_size`

Определяет представление планировщика об эффективном размере дискового кеша, доступном для одного запроса. Это представление влияет на оценку стоимости использования индекса; чем выше это значение, тем больше вероятность, что будет применяться

сканирование по индексу, чем ниже, тем более вероятно, что будет выбрано последовательное сканирование.

— Документация

Для высокой доступности надо увеличить кеш чтобы больше операций использовали индекс

```
effective_cache_size = 8GB
```

- fsync

Если этот параметр установлен, сервер PostgreSQL старается добиться, чтобы изменения были записаны на диск физически, выполняя системные вызовы fsync() или другими подобными методами (см. wal_sync_method). Это даёт гарантию, что кластер баз данных сможет вернуться в согласованное состояние после сбоя оборудования или операционной системы.

— Документация

Для высокой доступности в случае сбоя нам следует оставить значение - true

```
fsync = on
```

- commit_delay

Параметр commit_delay добавляет паузу (в микросекундах) перед собственно выполнением сохранения WAL. Эта задержка может увеличить быстродействие при фиксации множества транзакций, позволяя зафиксировать большее число транзакций за одну операцию сохранения WAL, если система нагружена достаточно сильно и за заданное время успевают зафиксироваться другие транзакции.

— Документация

Чтобы увеличить доступность установим значение в 10 мс

```
commit_delay = 10
```

- Директория WAL файлов: \$HOME/zkw63

```
archive_mode = on
```

```
archive_command = 'cp %p $HOME/zkw63/%f'
```

Если режим архивации (`archive_mode`) не был включён при запуске, этот параметр игнорируется. Если значение `archive_command` — пустая строка (по умолчанию), но `archive_mode` включён, архивация WAL временно отключается, но сервер продолжает накапливать файлы сегментов WAL в ожидании, что команда будет вскоре определена.

— Документация

- Формат лог-файлов: `.csv`

```
log_destination = 'csvlog'
```

В качестве значения `log_destination` указывается один или несколько методов протоколирования, разделённых запятыми. По умолчанию используется `stderr`. Если в `log_destination` включено значение `csvlog`, то протоколирование ведётся в формате CSV (разделённые запятыми значения).

— Документация

```
logging_collector = on
```

Параметр включает сборщик сообщений. Это фоновый процесс, который собирает отправленные в `stderr` сообщения и перенаправляет их в журнальные файлы. Такой подход зачастую более полезен чем запись в `syslog`, поскольку некоторые сообщения в `syslog` могут не попасть. (Типичный пример с сообщениями об ошибках динамического связывания, другой пример — ошибки в скриптах типа `archive_command`.)

— Документация

```
log_filename = 'postgresql-%Y-%m-%d_%H%M%S.log'
```

При включённом `logging_collector` задаёт имена журнальных файлов. Значение по умолчанию `postgresql-%Y-%m-%d_%H%M%S.log`. Если в `log_destination` включён вывод в формате CSV, то к имени журнального файла будет добавлено расширение `.csv`. (Если `log_filename` заканчивается на `.log`, то это расширение заменится на `.csv`.)

- Уровень сообщений лога: ERROR

```
log_min_messages = error
```

Управляет минимальным уровнем сообщений, записываемых в журнал сервера. Допустимые значения DEBUG5, DEBUG4, DEBUG3, DEBUG2, DEBUG1, INFO, NOTICE, WARNING, ERROR, LOG, FATAL и PANIC. Каждый из перечисленных уровней включает все идущие после него. Чем дальше в этом списке уровень сообщения, тем меньше сообщений будет записано в журнал сервера. По умолчанию используется WARNING.

- Дополнительно логировать: завершение сессий и продолжительность выполнения команд

```
log_disconnections = on  
log_duration = on
```

Включаем протоколирование завершения сеанса и продолжительность каждой завершённой команды.

Этап 3. Дополнительные табличные пространства и наполнение базы

- Создать новые табличные пространства для временных объектов: \$HOME/cje38, \$HOME/qdx64

```
mkdir -p $HOME/cje38  
mkdir -p $HOME/qdx64
```

```
psql -h localhost -p 9455 -U postgres0 -d postgres
```

```
CREATE TABLESPACE cje38 LOCATION '/var/db/postgres0/cje38';  
CREATE TABLESPACE qdx64 LOCATION '/var/db/postgres0/qdx64';
```

```
[postgres=# CREATE TABLESPACE cje38 LOCATION '/var/db/postgres0/cje38';
CREATE TABLESPACE
[postgres=# CREATE TABLESPACE qdx64 LOCATION '/var/db/postgres0/qdx64';
CREATE TABLESPACE
[postgres=# \db
        Список табличных пространств
      Имя          | Владелец | Расположение
-----+-----+-----
 cje38            | postgres0 | /var/db/postgres0/cje38
 pg_default       | postgres0 |
 pg_global        | postgres0 |
 qdx64            | postgres0 | /var/db/postgres0/qdx64
(4 строки)
```

- На основе template0 создать новую базу: leftbrownmom

```
CREATE DATABASE leftbrownmom WITH TEMPLATE=template0;
```

```
[postgres=# CREATE DATABASE leftbrownmom WITH TEMPLATE=template0;
CREATE DATABASE
[postgres=# \l
        Список баз данных
      Имя          | Владелец | Кодировка | Провайдер локали | LC_COLLATE | LC_CTYPE | локаль ICU | Правила ICU | Права доступа
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----
 leftbrownmom    | postgres0 | WIN1251   | libc              | ru_RU.CP1251 | ru_RU.CP1251 |              |              |
```

- Создать новую роль, предоставить необходимые права, разрешить подключение к базе.

```
CREATE ROLE new_user WITH LOGIN PASSWORD 'password123!';
GRANT CONNECT ON DATABASE leftbrownmom TO new_user;
```

- От имени новой роли (не администратора) произвести наполнение ВСЕХ созданных баз тестовыми наборами данных. ВСЕ т

абличные пространства должны использоваться по назначению. Созданная роль без выданных прав:

```
leftbrownmom=> CREATE TABLE public.test_table1 (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    data TEXT
) TABLESPACE cje38;
ОШИБКА: нет доступа к схеме public
СТРОКА 1: CREATE TABLE public.test_table1 (
```

```
psql -h localhost -p 9455 -U postgres0 -d leftbrownmom
```

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON SCHEMA public TO new_user;
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public GRANT ALL ON TABLES TO
new_user;
GRANT CREATE ON TABLESPACE cje38, qdx64 TO new_user;
```

```
psql -h localhost -p 9455 -U new_user -d leftbrownmom
```

Скрипт наполнения данными:

```
CREATE TABLE test_table1 (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    data TEXT  
) TABLESPACE cje38;
```

```
CREATE TABLE test_table2 (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    data TEXT  
) TABLESPACE qdx64;
```

```
INSERT INTO test_table1 (data) VALUES ('Test data 1'), ('Test data  
2');  
INSERT INTO test_table2 (data) VALUES ('Test data 3'), ('Test data  
4');
```

```
CREATE TEMP TABLE test_temp_table1 (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    data TEXT  
) TABLESPACE cje38;
```

```
CREATE TEMP TABLE test_temp_table2 (  
    id SERIAL PRIMARY KEY,  
    data TEXT  
) TABLESPACE qdx64;
```

```
INSERT INTO test_temp_table1 (data) VALUES ('Test data 1'), ('Test  
data 2');  
INSERT INTO test_temp_table2 (data) VALUES ('Test data 3'), ('Test  
data 4');
```

Расположение таблиц по схемам:

```
SELECT  
    n.nspname AS schema_name,  
    c.relname AS table_name  
FROM  
    pg_class c  
JOIN  
    pg_namespace n ON c.relnamespace = n.oid  
WHERE  
    c.relkind = 'r'  
    AND n.nspname != 'pg_catalog'  
    AND n.nspname != 'information_schema'  
ORDER BY  
    schema_name, table_name;
```

```

leftbrownmom=> SELECT
    n.nspname AS schema_name,
    c.relname AS table_name
FROM
    pg_class c
JOIN
    pg_namespace n ON c.relnamespace = n.oid
WHERE
    c.relkind = 'r'
    AND n.nspname != 'pg_catalog'
    AND n.nspname != 'information_schema'
ORDER BY
[ schema_name, table_name;
 schema_name | table_name
-----+-----
pg_temp_3    | test_temp_table1
pg_temp_3    | test_temp_table2
public       | test_table1
public       | test_table2
(4 строки)

```

- Вывести список всех табличных пространств кластера и содержащиеся в них объекты

Список табличных пространств:

```

SELECT spcname AS tablespace_name, pg_tablespace_location(oid) AS
location
FROM pg_tablespace;

```

```

leftbrownmom=> SELECT spcname AS tablespace_name, pg_tablespace_location(oid) AS location
FROM pg_tablespace;
 tablespace_name | location
-----+-----
pg_default      |
pg_global       |
cje38           | /var/db/postgres0/cje38
qdx64           | /var/db/postgres0/qdx64
(4 строки)

```

```

SELECT relname AS table_name, spcname AS tablespace_name
FROM pg_class
JOIN pg_tablespace ON pg_class.reltablespace = pg_tablespace.oid
WHERE relkind = 'r';

```

Только таблицы:

```

leftbrownmom=> SELECT relname AS table_name, spcname AS tablespace_name
FROM pg_class
JOIN pg_tablespace ON pg_class.reltablespace = pg_tablespace.oid
[WHERE relkind = 'r';

```

table_name	tablespace_name
test_table1	cje38
test_table2	qdx64
test_temp_table1	cje38
test_temp_table2	qdx64
pg_authid	pg_global
pg_subscription	pg_global
pg_database	pg_global
pg_db_role_setting	pg_global
pg_tablespace	pg_global
pg_auth_members	pg_global
pg_shdepend	pg_global
pg_shdescription	pg_global
pg_replication_origin	pg_global
pg_shseclabel	pg_global
pg_parameter_acl	pg_global

(15 строк)

Все объекты:

table_name	tablespace_name
pg_toast_16394	cje38
pg_toast_16394_index	cje38
test_table1	cje38
pg_toast_16403	qdx64
pg_toast_16403_index	qdx64
test_table2	qdx64
pg_toast_16414	cje38
pg_toast_16414_index	cje38
test_temp_table1	cje38
pg_toast_16423	qdx64
pg_toast_16423_index	qdx64
test_temp_table2	qdx64
pg_toast_1262	pg_global
pg_toast_1262_index	pg_global
pg_toast_2964	pg_global
pg_toast_2964_index	pg_global
pg_toast_1213	pg_global
pg_toast_1213_index	pg_global
pg_toast_1260	pg_global
pg_toast_1260_index	pg_global
pg_toast_2396	pg_global
pg_toast_2396_index	pg_global
pg_toast_6000	pg_global
pg_toast_6000_index	pg_global
pg_toast_3592	pg_global
pg_toast_3592_index	pg_global
pg_toast_6243	pg_global
pg_toast_6243_index	pg_global
pg_toast_6100	pg_global
pg_toast_6100_index	pg_global
pg_database_datname_index	pg_global
pg_database_oid_index	pg_global
pg_db_role_setting_databaseid_rol_index	pg_global
pg_tablespace_oid_index	pg_global
pg_tablespace_spcname_index	pg_global
pg_authid_rolname_index	pg_global
pg_authid_oid_index	pg_global
pg_auth_members_oid_index	pg_global
pg_auth_members_role_member_index	pg_global
pg_auth_members_member_role_index	pg_global
pg_auth_members_grantor_index	pg_global
pg_shdepend_depender_index	pg_global
pg_shdepend_reference_index	pg_global
pg_shdescription_o_c_index	pg_global
pg_replication_origin_roiident_index	pg_global
pg_replication_origin_roname_index	pg_global
pg_shseclabel_object_index	pg_global
pg_parameter_acl_parname_index	pg_global
pg_parameter_acl_oid_index	pg_global
pg_subscription_oid_index	pg_global
pg_subscription_subname_index	pg_global
pg_authid	pg_global
pg_subscription	pg_global
pg_database	pg_global
pg_db_role_setting	pg_global
pg_tablespace	pg_global
pg_auth_members	pg_global
pg_shdepend	pg_global
pg_shdescription	pg_global
pg_replication_origin	pg_global
--More--(byte 3252)	

pg_shdepend		pg_global
pg_shdescription		pg_global
pg_replication_origin		pg_global
pg_shseclabel		pg_global
pg_parameter_acl		pg_global
(62 строки)		

```

WITH space AS (
SELECT
    COALESCE(t.spcname, 'pg_default') AS spcname,
    c.relname,
    ROW_NUMBER() OVER (PARTITION BY COALESCE(t.spcname,
'pg_default') ORDER BY c.relname) AS rn
FROM pg_tablespace t
FULL JOIN pg_class c ON c.reltablespace = t.oid
ORDER BY spcname, c.relname
)
SELECT
    CASE WHEN rn = 1 THEN spcname ELSE NULL END AS spcname,
    relname
FROM space;

```


spcname	relname
cje38	pg_toast_16394
	pg_toast_16394_index
	test_table1
pg_default	_pg_foreign_data_wrappers
	_pg_foreign_servers
	_pg_foreign_table_columns
	_pg_foreign_tables
	_pg_user_mappings
	administrable_role_authorizations
	applicable_roles
	attributes
	character_sets
	check_constraint_routine_usage
	check_constraints
	collation_character_set_applicability
	collations
	column_column_usage
	column_domain_usage
	column_options
	column_privileges
	column_udt_usage
	columns
	constraint_column_usage
	constraint_table_usage
	data_type_privileges
	domain_constraints
	domain_udt_usage
	domains
	element_types
	enabled_roles
	foreign_data_wrapper_options
	foreign_data_wrappers
	foreign_server_options
	foreign_servers
	foreign_table_options
	foreign_tables
	information_schema_catalog_name
	key_column_usage
	parameters
	pg_aggregate
	pg_aggregate_fnoid_index
	pg_am
	pg_am_name_index
	pg_am_oid_index
	pg_amop
	pg_amop_fam_strat_index
	pg_amop_oid_index
	pg_amop_opr_fam_index
	pg_amproc
	pg_amproc_fam_proc_index
	pg_amproc_oid_index
	pg_attrdef
	pg_attrdef_adrelid_adnum_index
	pg_attrdef_oid_index
	pg_attribute
	pg_attribute_relid_attnam_index
	pg_attribute_relid_attnum_index
	pg_available_extension_versions
	pg_available_extensions
	pg_backend_memory_contexts

--More--(byte 2148)

	user_mapping_options
	user_mappings
	view_column_usage
	view_routine_usage
	view_table_usage
	views
pg_global	pg_auth_members
	pg_auth_members_grantor_index
	pg_auth_members_member_role_index
	pg_auth_members_oid_index
	pg_auth_members_role_member_index
	pg_authid
	pg_authid_oid_index
	pg_authid_rolname_index
	pg_database
	pg_database_datname_index
	pg_database_oid_index
	pg_db_role_setting
	pg_db_role_setting_databaseid_rol_index
	pg_parameter_acl
	pg_parameter_acl_oid_index
	pg_parameter_acl_parname_index
	pg_replication_origin
	pg_replication_origin_roident_index
	pg_replication_origin_roname_index
	pg_shdepend
	pg_shdepend_depender_index
	pg_shdepend_reference_index
	pg_shdescription
	pg_shdescription_o_c_index
	pg_shseclabel
	pg_shseclabel_object_index
	pg_subscription
	pg_subscription_oid_index
	pg_subscription_subname_index
	pg_tablespace
	pg_tablespace_oid_index
	pg_tablespace_spcname_index
	pg_toast_1213
	pg_toast_1213_index
	pg_toast_1260
	pg_toast_1260_index
	pg_toast_1262
	pg_toast_1262_index
	pg_toast_2396
	pg_toast_2396_index
	pg_toast_2964
	pg_toast_2964_index
	pg_toast_3592
	pg_toast_3592_index
	pg_toast_6000
	pg_toast_6000_index
	pg_toast_6100
	pg_toast_6100_index
	pg_toast_6243
	pg_toast_6243_index
qdx64	pg_toast_16403
	pg_toast_16403_index
	test_table2

(424 строки)

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы был создан и сконфигурирован кластер БД на выделенном узле, мы познакомились с различными вариантами конфигурации. Также была создана БД, новая роль, табличные пространства и заполнение тестовыми данными.