Как тестирование показывает слабые стороны СУБД

Чувашов И.Н.

Цель

Из своего личного опыта, рассказать как в базе данных ищут слабые места производительности и какими инструментами можно для этого использовать

Трёхуровневая архитектура

Слой клиента

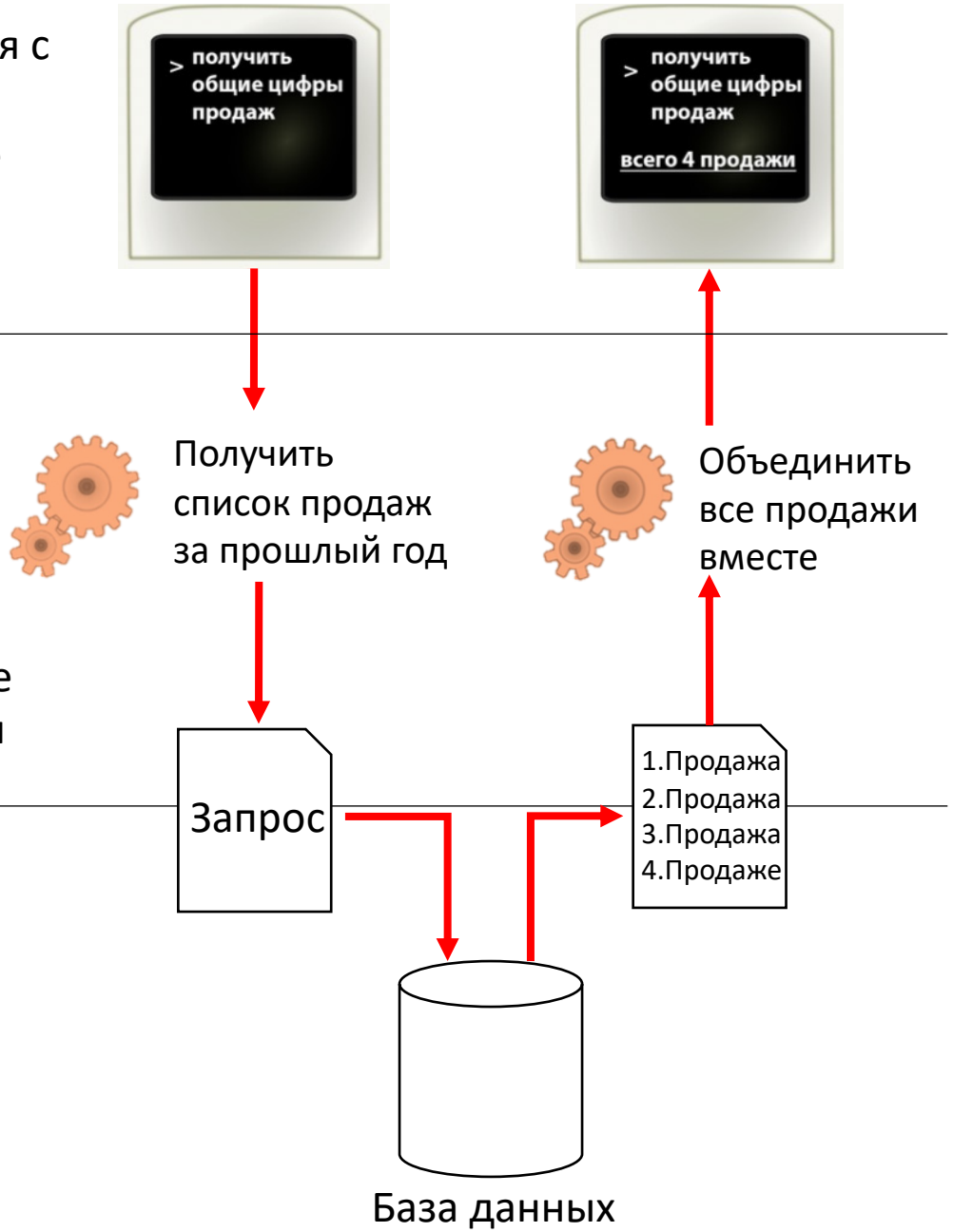
Самый верхний уровень приложения с интерфейсом пользователя. Главная функция интерфейса представление задач и результатов, понятных пользователю

Слой логики

Этот слой координирует программу, обрабатывает команды, выполняет логические решения и вычисления, выполняет расчеты. Она также перемещает и обрабатывает данные между двумя окружающими слоями

Слой данных

Здесь хранится информация и извлекается из базы данных и файловой системы. Информация отправляется в логический слоя для обработки и в конечном счете возвращается пользователю



Трёхуровневая архитектура

Слой клиента

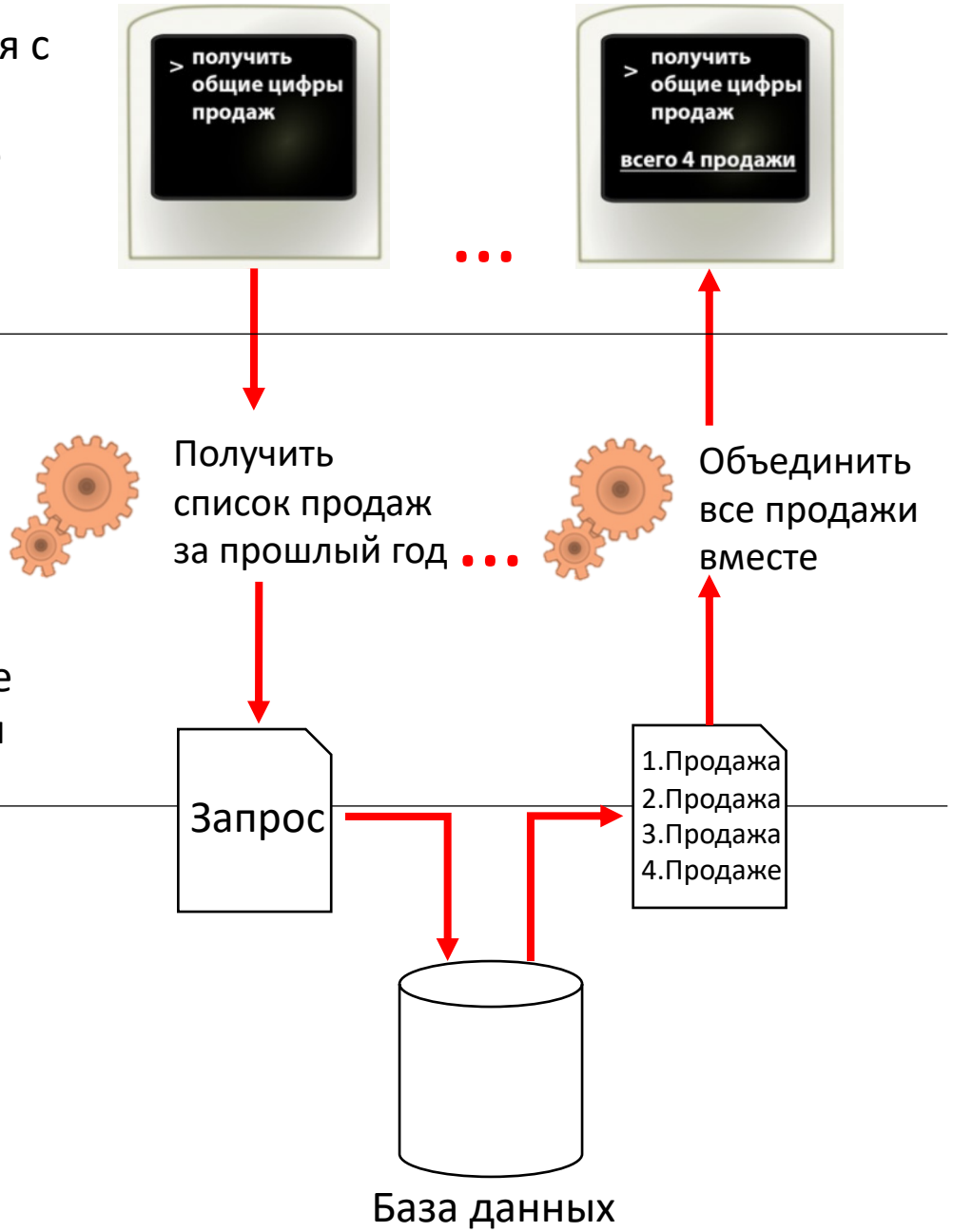
Самый верхний уровень приложения с интерфейсом пользователя. Главная функция интерфейса представление задач и результатов, понятных пользователю

Слой логики

Этот слой координирует программу, обрабатывает команды, выполняет логические решения и вычисления, выполняет расчеты. Она также перемещает и обрабатывает данные между двумя окружающими слоями

Слой данных

Здесь хранится информация и извлекается из базы данных и файловой системы. Информация отправляется в логический слоя для обработки и в конечном счете возвращается пользователю



Трёхуровневая архитектура

Слой клиента

Самый верхний уровень приложения с интерфейсом пользователя. Главная функция интерфейса представление задач и результатов, понятных пользователю

Слой логики

Этот слой координирует программу, обрабатывает команды, выполняет ло
вы
перемещает и обрабатывает дан е
между двумя окружающими сл

Слой данных

Здесь хранится информация и извлекается из базы данных и файловой системы. Информация отправляется в логический слоя для обработки и в конечном счете возвращается пользователю

База Данных ОДНА!

Методы оптимизации

Расширения аппаратных ресурсов	~20% - 30%
Оптимизация конфигурации СУБД	~10% - 20%
Ускорение запросов	~10% - 20%
Изменение логики работы с данными	~30% - 60%

Практический случай с lock

Вводная

Есть платежная система

Обработка транзакции списания денег

Заблокировали аккаунт

```
select *
from account
where id = $1
for update
```

Списали/зачислили деньги

Обновили счетчики

Какие тут есть проблемы?

Практический случай с lock

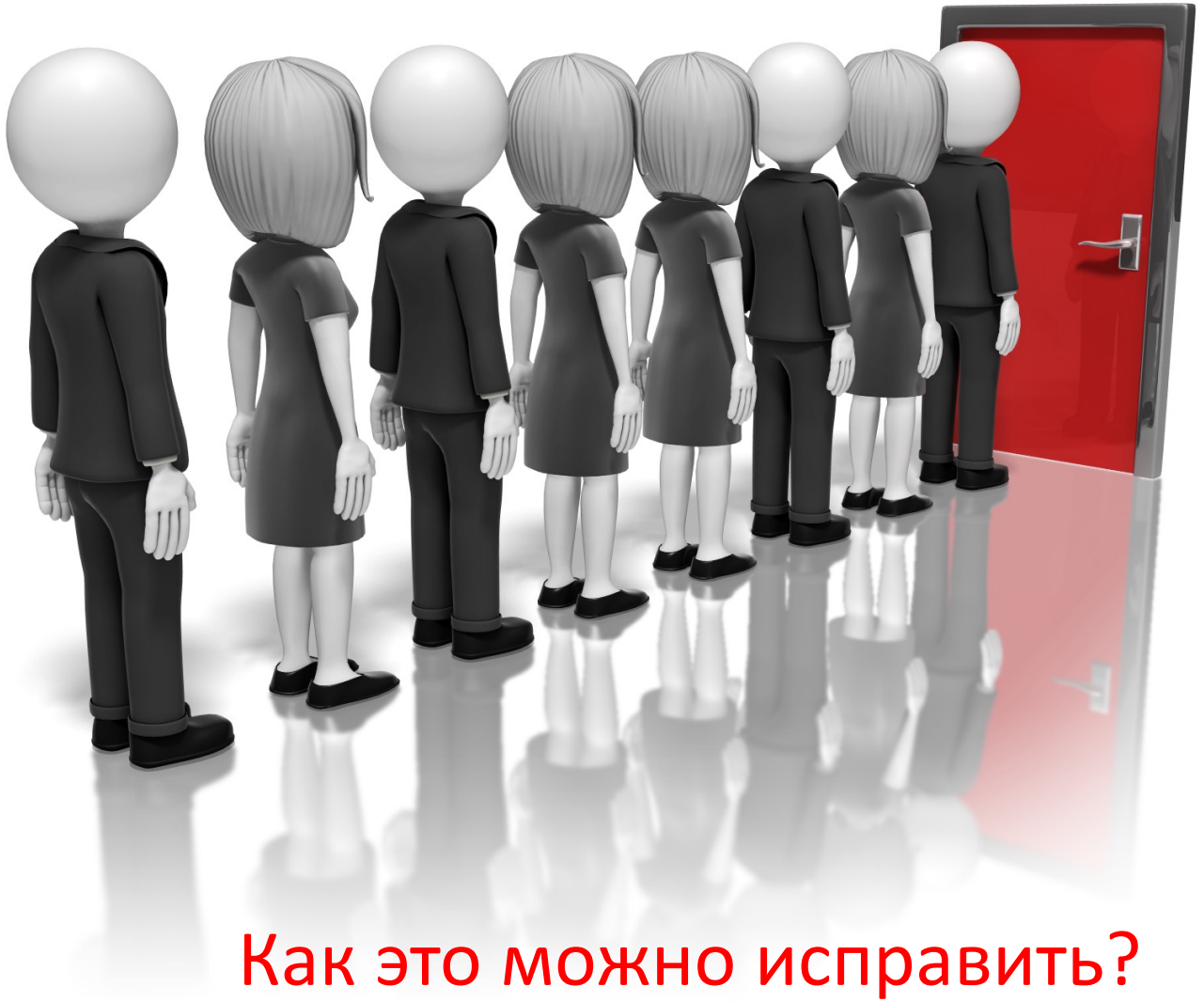
Проблема

Все хорошо работает в однопользовательском режиме

Все плохо, когда с одного аккаунта совершается множество одновременных переводов

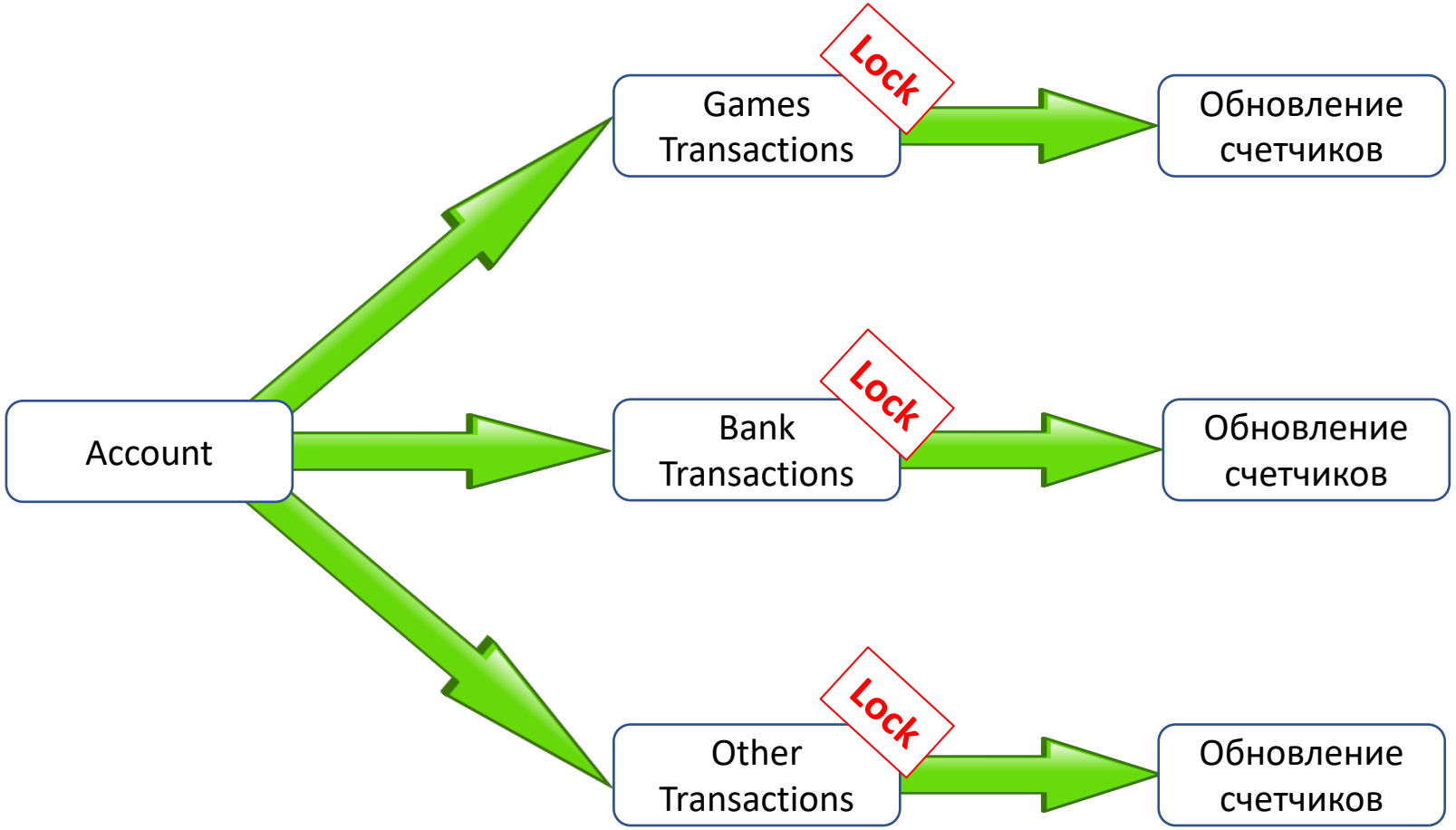
Все сильно портить команда

```
select * from account where
id = $1 for update
```



Как это можно исправить?

Практический случай с lock



Решение проблемы

На время

Медленные запросы

```
create table users
(
    id bigint primary key,
    login varchar(200) not null,
    first_name varchar(200) not null,
    last_name varchar(200) not null,
    create_date timestamp not null default now()
);
CREATE TABLE
```

```
insert into users
select id, random() * id, md5(sin(id)::text), md5(cos(id)::text)
from generate_series(1, 10000000) id;
INSERT 0 10000000
```

```
analyze users;
ANALYZE
```

Медленные запросы

```
\timing
Timing is on.
select count(distinct id) from
users;
  count
----------
 10000000
(1 row)

 Time: 4535.931 ms (00:04.536)
```

Медленные запросы

```
explain select count(distinct id) from users;
                              QUERY PLAN
-----------------------------------------------------------------------
 Aggregate  (cost=176230.12..176230.14 rows=1 width=8)
   ->  Seq Scan on users  (cost=0.00..173771.10 rows=983610 width=8)
(2 rows)
Time: 0.435 ms
```

Это не время работы запроса, а время планирования запроса

Медленные запросы

```
explain analyze select count(distinct id) from users;
QUERY PLAN
------------------------------------------------------------------------------

Aggregate  (cost=284689.43..284689.45 rows=1 width=8) (actual
time=4228.384..4228.386 rows=1 loops=1)
   ->  Index Only Scan using users_pkey on users  (cost=0.43..259689.43
rows=10000000 width=8) (actual time=1.006..1224.245 rows=10000000 loops=1)
         Heap Fetches: 61
 Planning Time: 0.079 ms
 Execution Time: 4229.148 ms
(5 rows)
```

Медленные запросы

```
explain (analyze, buffers) select count(distinct id) from users;
QUERY PLAN
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Aggregate  (cost=284689.43..284689.45 rows=1 width=8) (actual time=4408.248..4408.262
rows=1 loops=1)
   Buffers: shared read=27332, temp read=30325 written=30382
   ->  Index Only Scan using users_pkey on users  (cost=0.43..259689.43 rows=10000000
width=8) (actual time=0.084..1253.347 rows=10000000 loops=1)
         Heap Fetches: 61
         Buffers: shared read=27332
 Planning Time: 0.081 ms
 Execution Time: 4408.414 ms
(7 rows)
```

Медленные запросы

```
explain (analyze, buffers) select count(id) from users;
QUERY PLAN
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 Finalize Aggregate  (cost=212772.98..212772.99 rows=1 width=8) (actual time=1093.250..1093.496 rows=1 loops=1)
   Buffers: shared hit=12 read=27332
   ->  Gather  (cost=212772.77..212772.98 rows=2 width=8) (actual time=1089.207..1093.486 rows=3 loops=1)
         Workers Planned: 2
         Workers Launched: 2
         Buffers: shared hit=12 read=27332
         ->  Partial Aggregate  (cost=211772.77..211772.78 rows=1 width=8) (actual time=1061.481..1061.484 rows=1
loops=3)
               Buffers: shared hit=12 read=27332
               ->  Parallel Index Only Scan using users_pkey on users  (cost=0.43..201356.10 rows=4166667 width=0)
(actual time=0.050..759.141 rows=3333333 loops=3)
                     Heap Fetches: 61
                     Buffers: shared hit=12 read=27332
 Planning:
   Buffers: shared read=3
 Planning Time: 1.685 ms
 Execution Time: 1093.589 ms
(15 rows)
```

Медленные запросы

```
explain (analyze, buffers) select count(1) from users;
QUERY PLAN
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 Finalize Aggregate  (cost=212772.98..212772.99 rows=1 width=8) (actual time=1093.250..1093.496 rows=1 loops=1)
   Buffers: shared hit=12 read=27332
   ->  Gather  (cost=212772.77..212772.98 rows=2 width=8) (actual time=1089.207..1093.486 rows=3 loops=1)
         Workers Planned: 2
         Workers Launched: 2
         Buffers: shared hit=12 read=27332
         ->  Partial Aggregate  (cost=211772.77..211772.78 rows=1 width=8) (actual time=1061.481..1061.484 rows=1
loops=3)
               Buffers: shared hit=12 read=27332
               ->  Parallel Index Only Scan using users_pkey on users  (cost=0.43..201356.10 rows=4166667 width=0)
(actual time=0.050..759.141 rows=3333333 loops=3)
                     Heap Fetches: 61
                     Buffers: shared hit=12 read=27332
 Planning:
   Buffers: shared read=3
 Planning Time: 1.685 ms
 Execution Time: 1093.589 ms
(15 rows)
```

Медленные запросы

```
echo "select count(1) from users;" | pgbench -d test -t 50 -P 1 -f -
```

```
latency average = 602.805 ms
latency stddev = 34.097 ms
tps = 1.658885 (without initial connection time)
```

```
echo "select count(*) from users;" | pgbench -d test -t 50 -P 1 -f -
```

```
latency average = 593.256 ms
latency stddev = 30.989 ms
tps = 1.685587 (without initial connection time)
```

Хотите проверить?

А что делать если мне лень ….

искать ЭТИ запросы

оптимизировать ЭТИ запросы

и вообще я не люблю SQL

…

Но ускорить БД мне нужно!!!

Индексы!!!

Знакомьтесь, расширение **pg_qualstats**

pg_qualstats — это расширение PostgreSQL, хранящее статистику по предикатам, найденным в операторах WHERE и предложениях JOIN.

Расширение **pg_qualstats**

Рассмотрим на примере

```
yum install pg_qualstats_12

echo "shared_preload_libraries = 'pg_stat_statements, pg_qualstats'" >>
/var/lib/pgsql/12/data/postgresql.conf

service postgresql-12 restart

psql -c "CREATE EXTENSION pg_qualstats"
```

Расширение **pg_qualstats**

pgbench -I **dtgv** -s 100 -i

dropping old tables...
creating tables...
generating data...
100000 of 10000000 tuples (1%) done (elapsed 0.09 s, remaining 9.10 s)
…
10000000 of 10000000 tuples (100%) done (elapsed 12.25 s, remaining 0.00 s)
vacuuming...
done.

Про ключи

-i создания шаблонных таблиц для проведения тестирования

-I

dt пересоздание таблиц

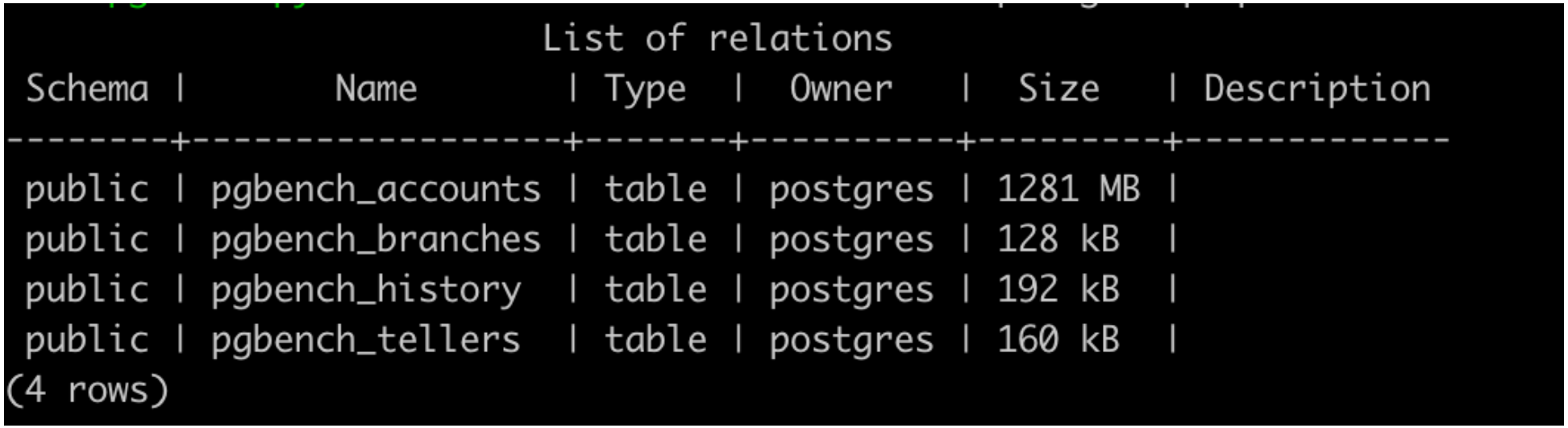
g вставка данных

v сбор статистики

-s множить число генерируемых строк на заданный коэффициент

Расширение **pg_qualstats**

psql -c "\dt+"



```
                        List of relations
 Schema |       Name       | Type  |  Owner   |  Size   | Description
--------+------------------+-------+----------+---------+-------------
 public | pgbench_accounts | table | postgres | 1281 MB |
 public | pgbench_branches | table | postgres | 128 kB  |
 public | pgbench_history  | table | postgres | 192 kB  |
 public | pgbench_tellers  | table | postgres | 160 kB  |
(4 rows)
```

Расширение **pg_qualstats**

psql -c "\d+ pgbench_accounts"

```
                                Table "public.pgbench_accounts"
  Column  |     Type      | Collation | Nullable | Default | Storage  | Stats target | Description
----------+---------------+-----------+----------+---------+----------+--------------+-------------
 aid      | integer       |           | not null |         | plain    |              |
 bid      | integer       |           |          |         | plain    |              |
 abalance | integer       |           |          |         | plain    |              |
 filler   | character(84) |           |          |         | extended |              |
Access method: heap
Options: fillfactor=100
```

Расширение **pg_qualstats**

pgbench -c 10 -j 10 -T 600

```
…
client 4 sending SELECT abalance FROM pgbench_accounts WHERE aid = 2318194;
…
client 6 sending UPDATE pgbench_accounts SET abalance = abalance + 499 WHERE aid = 863112;
…
client 8 sending UPDATE pgbench_tellers SET tbalance = tbalance + -4160 WHERE tid = 300;
…
client 8 sending UPDATE pgbench_branches SET bbalance = bbalance + -4160 WHERE bid = 6;
…
client 8 sending INSERT INTO pgbench_history (tid, bid, aid, delta, mtime) VALUES (300, 6, 4197917, -4160,
CURRENT_TIMESTAMP);

…
```

ждем 10 минут

Расширение **pg_qualstats**

psql

```
SELECT v
FROM json_array_elements(pg_qualstats_index_advisor(min_filter =>
50)->'indexes') v
ORDER BY v::text COLLATE "C”
```

```
"CREATE INDEX ON public.pgbench_accounts USING btree (aid)"
"CREATE INDEX ON public.pgbench_branches USING btree (bid)"
"CREATE INDEX ON public.pgbench_tellers USING btree (tid)"
```

Хотите проверить?

Рекомендации

База данных выполняет только те запросы, которые отправило ему приложение.

Для поиска «тяжелых» или частных запросов лучше всего использовать расширение **pg_stat_statements**

Если не видите проблемы с запросами, то установите расширение **pg_qualstats**

Если не умеете считать логи PostgreSQL, то воспользуйтесь **pgbadger**