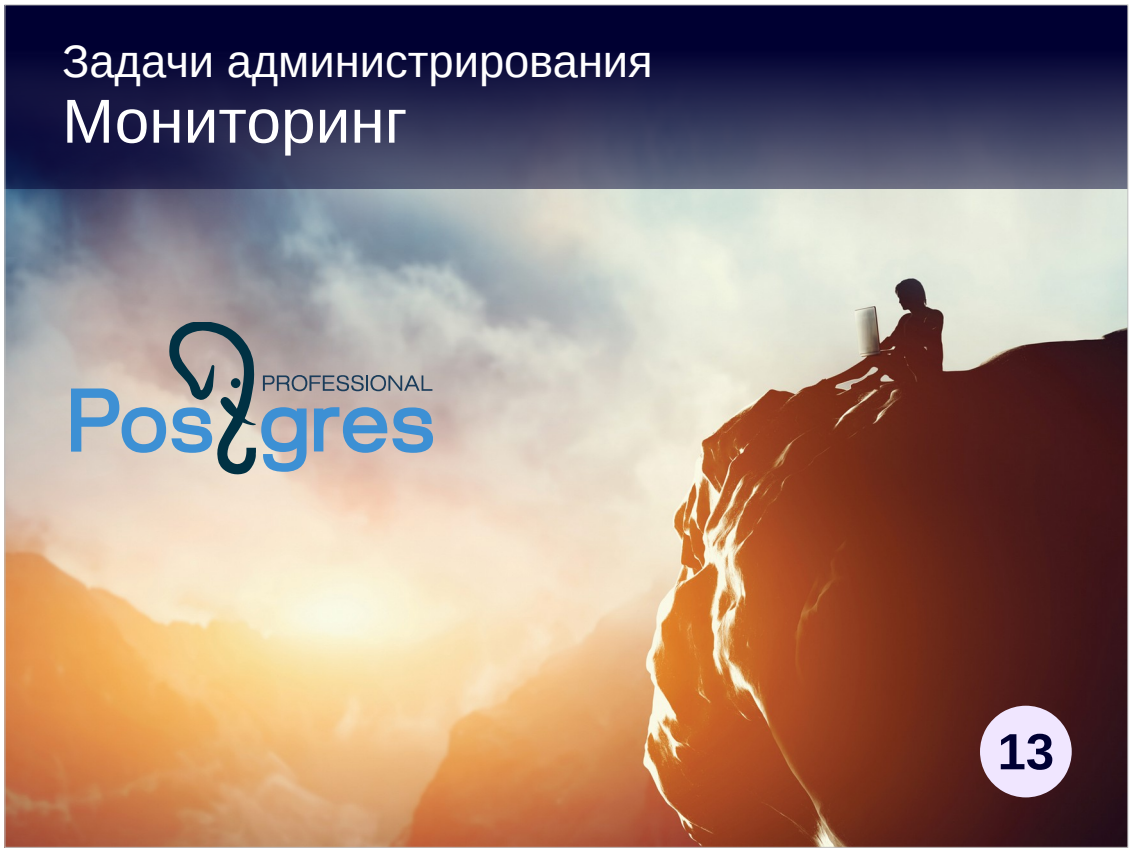


Авторы: Егор Рогов, Павел Лузанов, Илья Баштанов

Обратная связь
Отзывы, замечания и предложения направляйте по адресу:
edu@postgrespro.ru

Темы

Средства операционной системы

Статистика внутри базы

Журнал сообщений сервера

Внешние системы мониторинга

Средства ОС

Процессы

- ps (grep postgres)
- параметр *update_process_title* для обновления статуса процессов

Использование ресурсов

- iostat, vmstat, sar, top...

Дисковое пространство

- df, du, quota...

PostgreSQL работает под управлением операционной системы и в известной степени зависит от ее настроек.

Unix предоставляет множество инструментов для анализа состояния и производительности.

В частности, можно посмотреть процессы, принадлежащие PostgreSQL. Это особенно полезно при включенном (по умолчанию) параметре сервера *update_process_title*, когда в имени процесса отображается его текущее состояние.

Для изучения использования системных ресурсов (процессор, память, диски) имеются различные инструменты: iostat, vmstat, sar, top и др.

Необходимо следить и за размером дискового пространства. Место, занимаемое базой данных, можно смотреть как из самой БД (см. модуль «Организация данных»), так из ОС (команда du). Размер доступного дискового пространства надо смотреть в ОС (команда df). Если используются дисковые квоты, надо принимать во внимание и их.

В целом набор инструментов и подходы может сильно различаться в зависимости от используемой ОС и файловой системы, поэтому подробно здесь не рассматриваются.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/monitoring-ps

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/diskusage

Статистика внутри базы

Процесс сбора статистики

Текущие активности системы

Отслеживание выполнения команд

Дополнительные расширения

Существует два основных источника информации о происходящем в системе. Первый из них — статистическая информация, которая собирается PostgreSQL и хранится внутри базы данных.

Сбор статистики

Настройки процесса stats collector

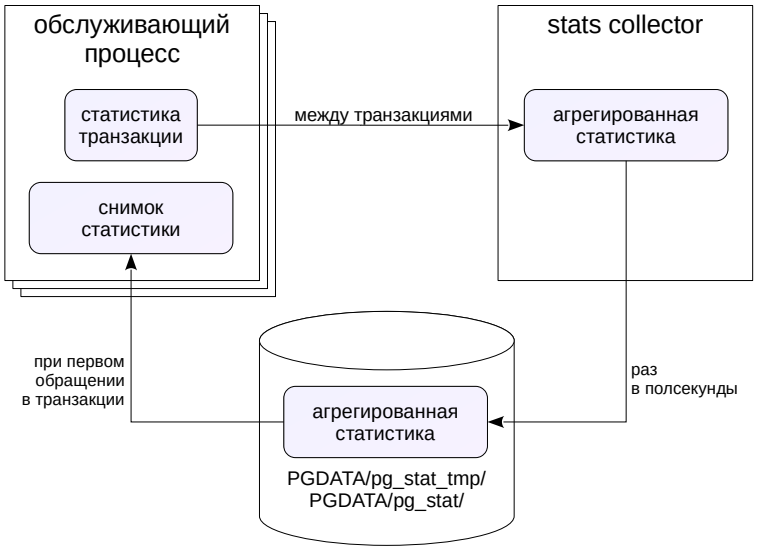
статистика	*параметр*
обращения к таблицам и индексам (доступы, затронутые строки)	*track_counts* включен по умолчанию и нужен для автоочистки
обращения к страницам	*track_io_timing* выключен по умолчанию
вызовы пользовательских функций	*track_functions* выключен по умолчанию

Кроме показа действий, непосредственно происходящих в данный момент, PostgreSQL собирает и некоторую статистику.

Сбором статистики занимается фоновый процесс stats collector. Количеством собираемой информации управляют несколько параметров сервера, так как чем больше информации собирается, тем больше и накладные расходы.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/monitoring-stats

Архитектура



Каждый обслуживающий процесс собирает необходимую статистику в рамках каждой выполняемой транзакции. Затем эта статистика передается процессу-коллектору. Коллектор собирает и агрегирует статистику со всех обслуживающих процессов. Раз в полсекунды (время настраивается при компиляции) коллектор сбрасывает статистику во временные файлы в каталог PGDATA/pg_stat_tmp. (Поэтому перенесение этого каталога в файловую систему в памяти может положительно сказаться на производительности.)

Когда обслуживающий процесс запрашивает информацию о статистике (через представления или функции), в его память читается последняя доступная версия статистики — это называется *снимком статистики.* Если не попросить явно, снимок не будет перечитываться до конца транзакции, чтобы обеспечить согласованность.

Таким образом, из-за задержек серверный процесс получает не самую свежую статистику — но обычно это и не требуется.

При останове сервера коллектор сбрасывает статистику в постоянные файлы в каталог PGDATA/pg_stat. Таким образом, статистика сохраняется при перезапуске сервера. Обнуление счетчиков происходит по команде администратора, а также при восстановлении сервера после сбоя.

Статистика внутри базы

```
=> CREATE DATABASE admin_monitoring;

CREATE DATABASE

=> \c admin_monitoring

You are now connected to database "admin_monitoring" as user "student".
```

Вначале включим сбор статистики ввода-вывода:

```
=> ALTER SYSTEM SET track_io_timing=on;

ALTER SYSTEM

=> SELECT pg_reload_conf();

 pg_reload_conf
----------------
 t
(1 row)
```

Смотреть на активности сервера имеет смысл, когда какие-то активности на самом деле есть. Чтобы сымитировать нагрузку, воспользуемся pgbench — штатной утилитой для запуска эталонных тестов.

Сначала утилита создает набор таблиц и заполняет их данными.

```
student$ pgbench -i admin_monitoring

dropping old tables...
NOTICE:  table "pgbench_accounts" does not exist, skipping
NOTICE:  table "pgbench_branches" does not exist, skipping
NOTICE:  table "pgbench_history" does not exist, skipping
NOTICE:  table "pgbench_tellers" does not exist, skipping
creating tables...
generating data (client-side)...
100000 of 100000 tuples (100%) done (elapsed 0.08 s, remaining 0.00 s)
vacuuming...
creating primary keys...
done in 0.47 s (drop tables 0.00 s, create tables 0.02 s, client-side generate 0.20 s, vacuum 0.10 s, primary keys 0.14 s).
```

Сбросим все накопленные ранее статистики:

```
=> SELECT pg_stat_reset();

 pg_stat_reset
---------------

(1 row)


=> SELECT pg_stat_reset_shared('bgwriter');

 pg_stat_reset_shared
----------------------

(1 row)
```

Теперь запускаем тест TPC-B на несколько секунд:

```
student$ pgbench -T 10 admin_monitoring

starting vacuum...end.
transaction type: <builtin: TPC-B (sort of)>
scaling factor: 1
query mode: simple
number of clients: 1
number of threads: 1
duration: 10 s
number of transactions actually processed: 1219
latency average = 8.206 ms
tps = 121.854738 (including connections establishing)
tps = 121.977355 (excluding connections establishing)
```

Теперь мы можем посмотреть статистику обращения к таблицам в терминах строк:

```
=> SELECT *
FROM pg_stat_all_tables
WHERE relid = 'pgbench_accounts'::regclass \gx
```

```
-[ RECORD 1 ]-------+-----------------
relid               | 16546
schemaname          | public
relname             | pgbench_accounts
seq_scan            | 0
seq_tup_read        | 0
idx_scan            | 2438
idx_tup_fetch       | 2438
n_tup_ins           | 0
n_tup_upd           | 1219
n_tup_del           | 0
n_tup_hot_upd       | 355
n_live_tup          | 0
n_dead_tup          | 1142
n_mod_since_analyze | 1219
n_ins_since_vacuum  | 0
last_vacuum         |
last_autovacuum     |
last_analyze        |
last_autoanalyze    |
vacuum_count        | 0
autovacuum_count    | 0
analyze_count       | 0
autoanalyze_count   | 0
```

И в терминах страниц:

```
=> SELECT *
FROM pg_statio_all_tables
WHERE relid = 'pgbench_accounts'::regclass \gx
```

```
-[ RECORD 1 ]---+-----------------
relid           | 16546
schemaname      | public
relname         | pgbench_accounts
heap_blks_read  | 14
heap_blks_hit   | 7157
idx_blks_read   | 270
idx_blks_hit    | 6340
toast_blks_read |
toast_blks_hit  |
tidx_blks_read  |
tidx_blks_hit   |
```

Существуют аналогичные представления для индексов:

```
=> SELECT *
FROM pg_stat_all_indexes
WHERE relid = 'pgbench_accounts'::regclass \gx
```

```
-[ RECORD 1 ]-+----------------------
relid         | 16546
indexrelid    | 16560
schemaname    | public
relname       | pgbench_accounts
indexrelname  | pgbench_accounts_pkey
idx_scan      | 2438
idx_tup_read  | 3307
idx_tup_fetch | 2438
```

```
=> SELECT *
FROM pg_statio_all_indexes
WHERE relid = 'pgbench_accounts'::regclass \gx
```

```
-[ RECORD 1 ]-+----------------------
relid         | 16546
indexrelid    | 16560
schemaname    | public
relname       | pgbench_accounts
indexrelname  | pgbench_accounts_pkey
idx_blks_read | 270
idx_blks_hit  | 6340
```

Эти представления, в частности, могут помочь определить неиспользуемые индексы. Такие индексы не только бессмысленно занимают место на диске, но и тратят ресурсы на обновление при каждом изменении данных в таблице.

Есть также представления для пользовательских и системных объектов (all, user, sys), для статистики текущей транзакции (pg_stat_xact*) и другие.

Можно посмотреть глобальную статистику по всей базе данных:

```
=> SELECT *
FROM pg_stat_database
WHERE datname = 'admin_monitoring' \gx

-[ RECORD 1 ]---------+------------------------------
datid                 | 16539
datname               | admin_monitoring
numbackends           | 1
xact_commit           | 1233
xact_rollback         | 0
blks_read             | 346
blks_hit              | 20554
tup_returned          | 18820
tup_fetched           | 2957
tup_inserted          | 1219
tup_updated           | 3658
tup_deleted           | 0
conflicts             | 0
temp_files            | 0
temp_bytes            | 0
deadlocks             | 0
checksum_failures     |
checksum_last_failure |
blk_read_time         | 20.37
blk_write_time        | 0
stats_reset           | 2022-05-06 14:42:02.317301+03
```

Здесь есть много полезной информации о количестве произошедших взаимоблокировок, зафиксированных и отмененных транзакций, использовании временных файлов, ошибках подсчета контрольных сумм.

В 14-й версии появилась и статистика пользовательских сеансов.

Отдельно доступна статистика по процессам фоновой записи и контрольной точки, ввиду ее важности для мониторинга экземпляра:

```
=> CHECKPOINT;

CHECKPOINT

=> SELECT * FROM pg_stat_bgwriter \gx

-[ RECORD 1 ]---------+------------------------------
checkpoints_timed     | 0
checkpoints_req       | 1
checkpoint_write_time | 89
checkpoint_sync_time  | 387
buffers_checkpoint    | 1996
buffers_clean         | 0
maxwritten_clean      | 0
buffers_backend       | 1701
buffers_backend_fsync | 0
buffers_alloc         | 378
stats_reset           | 2022-05-06 14:42:02.355879+03
```

- buffers_clean — количество страниц, записанных фоновой записью;
- buffers_checkpoint — количество страниц, записанных контрольной точкой;
- buffers_backend — количество страниц, записанных серверными процессами.

Текущие активности

Настройка

статистика	*параметр*
текущие активности и ожидания обслуживающих и фоновых процессов	*track_activities* включен по умолчанию

Текущие активности всех обслуживающих и фоновых процессов отображаются в представлении pg_stat_activity. Подробнее на нем мы остановимся в демонстрации.

Работа этого представления зависит от параметра *track_activities*, включенного по умолчанию.

Текущие активности

Воспроизведем сценарий, в котором один процесс блокирует выполнение другого, и попробуем разобраться в ситуации с помощью системных представлений.

Создадим таблицу с одной строкой:

```
=> CREATE TABLE t(n integer);
```

```
CREATE TABLE
```

```
=> INSERT INTO t VALUES(42);
```

```
INSERT 0 1
```

Запустим два сеанса, один из которых изменяет таблицу и ничего не делает:

```
student$ /usr/lib/postgresql/13/bin/psql -d admin_monitoring
```

```
=> BEGIN;
```

```
BEGIN
```

```
=> UPDATE t SET n = n + 1;
```

```
UPDATE 1
```

А второй пытается изменить ту же строку и блокируется:

```
student$ /usr/lib/postgresql/13/bin/psql -d admin_monitoring
```

```
    => UPDATE t SET n = n + 2;
```

Посмотрим информацию об обслуживающих процессах:

```
=> SELECT pid, query, state, wait_event, wait_event_type, pg_blocking_pids(pid)
FROM pg_stat_activity
WHERE backend_type = 'client backend' \gx
```

```
-[ RECORD 1 ]----+--------------------------------------------------------------------------------
pid              | 16122
query            | UPDATE t SET n = n + 1;
state            | idle in transaction
wait_event       | ClientRead
wait_event_type  | Client
pg_blocking_pids | {}
-[ RECORD 2 ]----+--------------------------------------------------------------------------------
pid              | 15366
query            | SELECT pid, query, state, wait_event, wait_event_type, pg_blocking_pids(pid)+
                 | FROM pg_stat_activity                                                       +
                 | WHERE backend_type = 'client backend'
state            | active
wait_event       |
wait_event_type  |
pg_blocking_pids | {}
-[ RECORD 3 ]----+--------------------------------------------------------------------------------
pid              | 16183
query            | UPDATE t SET n = n + 2;
state            | active
wait_event       | transactionid
wait_event_type  | Lock
pg_blocking_pids | {16122}
```

Состояние «idle in transaction» означает, что сеанс начал транзакцию, но в настоящее время ничего не делает, а транзакция осталась незавершенной. Это может стать проблемой, если ситуация возникает систематически (например, из-за некорректной реализации приложения или из-за ошибок в драйвере), поскольку открытый сеанс удерживает снимок данных и таким образом препятствует очистке.

В арсенале администратора имеется параметр idle_in_transaction_session_timeout, позволяющий принудительно завершать сеансы, в которых транзакция простаивает больше указанного времени.

А мы покажем, как завершить блокирующий сеанс вручную. Сначала узнаем номер заблокированного процесса при помощи функции pg_blocking_pids:

```
=> SELECT pid AS blocked_pid
FROM pg_stat_activity
WHERE backend_type = 'client backend'
AND cardinality(pg_blocking_pids(pid)) > 0;
```

```
 blocked_pid
-------------
       16183
(1 row)
```

Блокирующий процесс можно вычислить и без функции pg_blocking_pids, используя запросы к таблице блокировок. Запрос покажет две строки: одна транзакция получила блокировку (granted), другая — нет и ожидает.

```
=> SELECT locktype, transactionid, pid, mode, granted
FROM pg_locks
WHERE transactionid IN (
  SELECT transactionid FROM pg_locks WHERE pid = 16183 AND NOT granted
);
```

```
   locktype    | transactionid |  pid  |     mode      | granted
---------------+---------------+-------+---------------+---------
 transactionid |          1801 | 16183 | ShareLock     | f
 transactionid |          1801 | 16122 | ExclusiveLock | t
(2 rows)
```

В общем случае нужно аккуратно учитывать тип блокировки.

Выполнение запроса можно прервать функцией pg_cancel_backend. В нашем случае транзакция простаивает, так что просто прерываем сеанс, вызвав pg_terminate_backend:

```
=> SELECT pg_terminate_backend(b.pid)
FROM unnest(pg_blocking_pids(16183)) AS b(pid);
```

```
 pg_terminate_backend
----------------------
 t
(1 row)
```

Функция unnest нужна, поскольку pg_blocking_pids возвращает массив идентификаторов процессов, блокирующих искомый серверный процесс. В нашем примере блокирующий процесс один, но в общем случае их может быть несколько.

Подробнее о блокировках рассказывается в курсе DBA2.

Проверим состояние обслуживающих процессов.

```
=> SELECT pid, query, state, wait_event, wait_event_type
FROM pg_stat_activity
WHERE backend_type = 'client backend' \gx
```

```
-[ RECORD 1 ]---+-----------------------------------------------------
pid             | 15366
query           | SELECT pid, query, state, wait_event, wait_event_type+
                | FROM pg_stat_activity                                +
                | WHERE backend_type = 'client backend'
state           | active
wait_event      |
wait_event_type |
-[ RECORD 2 ]---+-----------------------------------------------------
pid             | 16183
query           | UPDATE t SET n = n + 2;
state           | idle
wait_event      | ClientRead
wait_event_type | Client
```

Осталось только два, причем заблокированный успешно завершил транзакцию.

Представление pg_stat_activity показывает информацию не только про обслуживающие процессы, но и про служебные фоновые процессы экземпляра:

```
=> SELECT pid, backend_type, backend_start, state
FROM pg_stat_activity;
```

```
  pid  |         backend_type         |         backend_start         | state
-------+------------------------------+-------------------------------+--------
  9958 | logical replication launcher | 2022-05-06 14:41:11.253777+03 |
  9956 | autovacuum launcher          | 2022-05-06 14:41:11.256185+03 |
 15366 | client backend               | 2022-05-06 14:42:01.531932+03 | active
 16183 | client backend               | 2022-05-06 14:42:14.966081+03 | idle
  9954 | background writer            | 2022-05-06 14:41:11.258379+03 |
  9953 | checkpointer                 | 2022-05-06 14:41:11.259204+03 |
  9955 | walwriter                    | 2022-05-06 14:41:11.257628+03 |
(7 rows)
```

Сравним с тем, что показывает операционная система:

```
student$ sudo head -n 1 /var/lib/postgresql/13/main/postmaster.pid

9951

student$ sudo ps -o pid,command --ppid 9951

    PID COMMAND
   9953 postgres: 13/main: checkpointer
   9954 postgres: 13/main: background writer
   9955 postgres: 13/main: walwriter
   9956 postgres: 13/main: autovacuum launcher
   9957 postgres: 13/main: stats collector
   9958 postgres: 13/main: logical replication launcher
  15366 postgres: 13/main: student admin_monitoring [local] idle
  16183 postgres: 13/main: student admin_monitoring [local] idle
```

Можно заметить, что в pg_stat_activity не попадает процесс stats collector.

Выполнение команд

Представления для отслеживания выполнения

команда	*представление*
ANALYZE	pg_stat_progress_analyze
CREATE INDEX, REINDEX	pg_stat_progress_create_index
VACUUM включая процессы автоочистки	pg_stat_progress_vacuum
CLUSTER, VACUUM FULL	pg_stat_progress_cluster
Создание базовой резервной копии	pg_stat_progress_basebackup

Следить за ходом выполнения некоторых потенциально долгих команд можно, выполняя запросы к соответствующим представлениям.

Структуры представлений описаны в документации:

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/progress-reporting

Создание резервных копий рассматривается в модуле «Резервное копирование».

В 14-й версии в этот список добавилось представление pg_stat_progress_copy для отслеживания работы команды COPY.

Дополнительная статистика

Postgres PROFESSIONAL

Расширения в поставке

pg_stat_statements	статистика по запросам
pgstattuple	статистика по версиям строк
pg_buffercache	состояние буферного кеша

Другие расширения

pg_stat_plans	статистика по планам запросов
pg_stat_kcache	статистика по процессору и вводу-выводу
pg_qualstats	статистика по предикатам
…	

Существуют расширения, позволяющие собирать дополнительную статистику, как входящие в поставку, так и внешние.

Например, расширение pg_stat_statements сохраняет информацию о запросах, выполняемых СУБД; pg_buffercache позволяет заглянуть в содержимое буферного кеша и т. п.

Журнал сообщений

Настройка журнальных записей

Ротация файлов журнала

Анализ журнала

Второй важный источник информации о происходящем на сервере — журнал сообщений.

Журнал сообщений

Приемник сообщений (*log_destination* = *список*)

stderr	поток ошибок
csvlog	формат CSV (только с коллектором)
syslog	демон syslog
eventlog	журнал событий Windows

Коллектор сообщений (*logging_collector* = on)

- позволяет собирать дополнительную информацию
- никогда не теряет сообщения (в отличие от syslog)
- записывает stderr и csvlog в файл *log_directory*/*log_filename*

Журнал сообщений сервера можно направлять в разные приемники и выводить в разных форматах. Основной параметр, который определяет приемник и формат — log_destination (можно указать один или несколько приемников через запятую).

Значение stderr (установленное по умолчанию) выводит сообщения в стандартный поток ошибок в текстовом виде. Значение syslog направляет сообщения демону syslog в Unix-системах, а eventlog — в журнал событий Windows.

Обычно дополнительно включают специальный процесс — коллектор сообщений. Он позволяет записать больше информации, поскольку собирает ее со всех процессов, составляющих PostgreSQL. Он спроектирован так, что никогда не теряет сообщения; как следствие при большой нагрузке он может стать узким местом.

Коллектор сообщений включается параметром *logging_collector*. При значении stderr информация записывается в каталог, определяемый параметром *log_directory*, в файл, определяемый параметром *log_filename*.

Включенный коллектор сообщений позволяет также указать приемник csvlog; в этом случае информация будет сбрасываться в формате CSV в файл *log_filename* с расширением csv. А в 15-й версии для приемника можно будет указать jsonlog.

Информация в журнале

Настройки

информация	*параметр*
сообщения определенного уровня	*log_min_messages*
время выполнения длинных команд	*log_min_duration_statement*
время выполнения команд	*log_duration*
имя приложения	*application_name*
контрольные точки	*log_checkpoints*
подключения и отключения	*log_(dis)connections*
длинные ожидания	*log_lock_waits*
текст выполняемых команд	*log_statement*
использование временных файлов	*log_temp_files*
...	

В журнал сообщений сервера можно выводить множество полезной информации. По умолчанию почти весь вывод отключен, чтобы не превратить запись журнала в узкое место для дисковой подсистемы. Администратор должен решить, какая информация важна, обеспечить необходимое место на диске для ее хранения и оценить влияние записи журнала на общую производительность системы.

Ротация файлов журнала

С помощью коллектора сообщений

настройка	*параметр*
маска имени файла	*log_filename*
время ротации, мин	*log_rotation_age*
размер файла для ротации, КБ	*log_rotation_size*
перезаписывать ли файлы	*log_truncate_on_rotation* = on

комбинируя маску файла и время ротации, получаем разные схемы:

`'postgresql-%H.log', '1h'`	24 файла в сутки
`'postgresql-%a.log', '1d'`	7 файлов в неделю

Внешние средства

- системная утилита logrotate

Если записывать журнал в один файл, рано или поздно он вырастет до огромных размеров, что крайне неудобно для администрирования и анализа. Поэтому обычно используется та или иная схема ротации журналов.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/logfile-maintenance

Коллектор сообщений имеет встроенные средства ротации, которые настраиваются несколькими параметрами, основные из которых приведены на слайде.

Параметр *log_filename* может задавать не просто имя, а маску имени файла с помощью спецсимволов даты и времени.

Параметр *log_rotation_age* задает время переключения на следующий файл в минутах (а *log_rotation_size* — размер файла, при котором надо переключаться на следующий).

Включение *log_truncate_on_rotation* перезаписывает уже существующие файлы.

Таким образом, комбинируя маску и время переключения, можно получать разные схемы ротации.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/runtime-config-logging.html#RUNTIME-CONFIG-LOGGING-WHERE

Альтернативно можно воспользоваться внешними программами ротации, например пакетный дистрибутив для Ubuntu использует системную утилиту logrotate (ее настройки находятся в файле /etc/logrotate.d/postgresql-common).

Анализ журнала

Средства операционной системы

- grep, awk...

Специальные средства анализа

- pgBadger — требует определенных настроек журнала

Анализировать журналы можно по-разному.

Можно искать определенную информацию средствами ОС или специально разработанными скриптами.

Стандартом де-факто для анализа является программа PgBadger https://github.com/dalibo/pgbadger, но надо иметь в виду, что она накладывает определенные ограничения на содержимое журнала. В частности, допускаются сообщения только на английском языке.

Анализ журнала

Посмотрим самый простой случай. Например, нас интересуют сообщения FATAL:

```
student$ sudo grep FATAL /var/log/postgresql/postgresql-13-main.log | tail -n 10
```

```
2022-05-06 14:40:01.008 MSK [2676] student@student FATAL:  terminating connection due to administrator command
2022-05-06 14:41:00.602 MSK [9336] student@student FATAL:  terminating connection due to administrator command
2022-05-06 14:41:03.970 MSK [9546] student@student FATAL:  terminating connection due to unexpected postmaster exit
2022-05-06 14:42:16.290 MSK [16122] student@admin_monitoring FATAL:  terminating connection due to administrator command
```

Сообщение «terminating connection» вызвано тем, что мы завершали блокирующий процесс.

Обычное применение журнала — анализ наиболее продолжительных запросов. Включим вывод всех команд и времени их выполнения:

```
=> ALTER SYSTEM SET log_min_duration_statement=0;
```

```
ALTER SYSTEM
```

```
=> SELECT pg_reload_conf();
```

```
 pg_reload_conf
----------------
 t
(1 row)
```

Теперь выполним какую-нибудь команду:

```
=> SELECT sum(random()) FROM generate_series(1,1000000);
```

```
        sum
-------------------
 499301.61935327435
(1 row)
```

И посмотрим журнал:

```
student$ sudo tail -n 1 /var/log/postgresql/postgresql-13-main.log
```

```
2022-05-06 14:42:16.943 MSK [15366] student@admin_monitoring LOG:  duration: 157.534 ms  statement: SELECT sum(random()) FROM generate_series(1,1000000);
```

Внешний мониторинг

Универсальные системы мониторинга

- Zabbix, Munin, Cacti...
- в облаке: Okmeter, NewRelic, Datadog...

Системы мониторинга PostgreSQL

- PGObserver
- PostgreSQL Workload Analyzer (PoWA)
- Open PostgreSQL Monitoring (OPM)
- pg_profile, pgpro_pwr
- ...

На практике, если подходить к делу серьезно, требуется полноценная система мониторинга, которая собирает различные метрики как с PostgreSQL, так и с операционной системы, хранит историю этих метрик, отображает их в виде понятных графиков, имеет средства оповещения при выходе определенных метрик за установленные границы и т. д.

Собственно PostgreSQL не располагает такой системой; он только предоставляет средства для получения информации о себе (которые мы рассмотрели). Поэтому для полноценного мониторинга нужно выбрать внешнюю систему.

Таких систем существует довольно много. Если универсальные системы, имеющие плагины или агенты для PostgreSQL. К ним относятся Zabbix, Munin, Cacti, облачные сервисы Okmeter, NewRelic, Datadog и другие.

Есть и системы, ориентированные специально на PostgreSQL, такие, как PGObserver, PoWA, OPM и т. д. Расширение pg_profile позволяет строить снимки статических данных и сравнивать их, выявляя ресурсоемкие операции и их динамику. Расширенная коммерческая версия этого расширения — pgpro_pwr.

https://postgrespro.ru/docs/postgrespro/13/pgpro-pwr

Неполный, но представительный список систем мониторинга можно посмотреть на странице https://wiki.postgresql.org/wiki/Monitoring

Итоги

Мониторинг заключается в контроле работы сервера
как со стороны операционной системы,
так и со стороны базы данных

PostgreSQL предоставляет собираемую статистику
и журнал сообщений сервера

Для полноценного мониторинга требуется внешняя система

Практика

1. В новой базе данных создайте таблицу, выполните вставку нескольких строк, а затем удалите все строки.

   Посмотрите статистику обращений к таблице и сопоставьте цифры (n_tup_ins, n_tup_del, n_live_tup, n_dead_tup) с вашей активностью.

   Выполните очистку (vacuum), снова проверьте статистику и сравните с предыдущими цифрами.

2. Создайте ситуацию взаимоблокировки двух транзакций.

   Посмотрите, какая информация записывается при этом в журнал сообщений сервера.

2. Взаимоблокировка (deadlock) — ситуация, в которой две (или больше) транзакций ожидают друг друга. В отличие от обычной блокировки при взаимоблокировке у транзакций нет возможности выйти из этого «тупика» и СУБД вынуждена принимать меры — одна из транзакций будет принудительно прервана, чтобы остальные могли продолжить выполнение.

Проще всего воспроизвести взаимоблокировку на таблице с двумя строками. Первая транзакция меняет (и, соответственно, блокирует) первую строку, а вторая — вторую. Затем первая транзакция пытается изменить вторую строку и «повисает» на блокировке. А потом вторая транзакция пытается изменить первую строку — и тоже ждет освобождения блокировки.

Статистика обращений к таблице

Создаем базу данных и таблицу:

```
=> CREATE DATABASE admin_monitoring;

CREATE DATABASE

=> \c admin_monitoring

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

=> CREATE TABLE t(n numeric);

CREATE TABLE

=> INSERT INTO t SELECT 1 FROM generate_series(1,1000);

INSERT 0 1000

=> DELETE FROM t;

DELETE 1000
```

Проверяем статистику обращений.

```
=> SELECT * FROM pg_stat_all_tables WHERE relid = 't'::regclass \gx

-[ RECORD 1 ]-------+-------
relid               | 16719
schemaname          | public
relname             | t
seq_scan            | 1
seq_tup_read        | 1000
idx_scan            |
idx_tup_fetch       |
n_tup_ins           | 1000
n_tup_upd           | 0
n_tup_del           | 1000
n_tup_hot_upd       | 0
n_live_tup          | 0
n_dead_tup          | 1000
n_mod_since_analyze | 2000
n_ins_since_vacuum  | 1000
last_vacuum         |
last_autovacuum     |
last_analyze        |
last_autoanalyze    |
vacuum_count        | 0
autovacuum_count    | 0
analyze_count       | 0
autoanalyze_count   | 0
```

Мы вставили 1000 строк (n_tup_ins = 1000), удалили 1000 строк (n_tup_del = 1000).

После этого не осталось активных версий строк (n_live_tup = 0), все 1000 строк не актуальны на текущий момент (n_dead_tup = 1000).

Выполним очистку.

```
=> VACUUM;

VACUUM

=> SELECT * FROM pg_stat_all_tables WHERE relid = 't'::regclass \gx

-[ RECORD 1 ]-------+------------------------------
relid               | 16719
schemaname          | public
relname             | t
seq_scan            | 1
seq_tup_read        | 1000
idx_scan            |
idx_tup_fetch       |
n_tup_ins           | 1000
n_tup_upd           | 0
n_tup_del           | 1000
n_tup_hot_upd       | 0
n_live_tup          | 0
n_dead_tup          | 0
n_mod_since_analyze | 2000
n_ins_since_vacuum  | 0
last_vacuum         | 2022-05-06 14:46:22.624214+03
last_autovacuum     |
last_analyze        |
last_autoanalyze    |
vacuum_count        | 1
autovacuum_count    | 0
analyze_count       | 0
autoanalyze_count   | 0
```

Неактуальные версии строк убраны при очистке (n_dead_tup = 0), очистка обрабатывала таблицу один раз (vacuum_count = 1).

2. Взаимоблокировка

```
=> INSERT INTO t VALUES (1),(2);

INSERT 0 2
```

Одна транзакция блокирует первую строку таблицы...

```
student$ /usr/lib/postgresql/13/bin/psql

  => \c admin_monitoring
```

```
You are now connected to database "admin_monitoring" as user "student".
```

```
=> BEGIN;
```

```
BEGIN
```

```
=> UPDATE t SET n = 10 WHERE n = 1;
```

```
UPDATE 1
```

Затем другая транзакция блокирует вторую строку...

```
student$ /usr/lib/postgresql/13/bin/psql
```

```
    => \c admin_monitoring
```

```
    You are now connected to database "admin_monitoring" as user "student".
```

```
    => BEGIN;
```

```
    BEGIN
```

```
    => UPDATE t SET n = 200 WHERE n = 2;
```

```
    UPDATE 1
```

Теперь первая транзакция пытается изменить вторую строку и ждет ее освобождения...

```
=> UPDATE t SET n = 20 WHERE n = 2;
```

А вторая транзакция пытается изменить первую строку...

```
    => UPDATE t SET n = 100 WHERE n = 1;
```

...и происходит взаимоблокировка.

```
    UPDATE 1
```

```
ERROR:  deadlock detected
DETAIL:  Process 33394 waits for ShareLock on transaction 1983; blocked by process 33475.
Process 33475 waits for ShareLock on transaction 1982; blocked by process 33394.
HINT:  See server log for query details.
CONTEXT:  while updating tuple (0,2) in relation "t"
```

Проверим информацию в журнале сообщений:

```
student$ sudo tail -n 8 /var/log/postgresql/postgresql-13-main.log
```

```
2022-05-06 14:46:27.263 MSK [33394] student@admin_monitoring ERROR:  deadlock detected
2022-05-06 14:46:27.263 MSK [33394] student@admin_monitoring DETAIL:  Process 33394 waits for ShareLock on transaction 1983; blocked by process 33475.
        Process 33475 waits for ShareLock on transaction 1982; blocked by process 33394.
        Process 33394: UPDATE t SET n = 20 WHERE n = 2;
        Process 33475: UPDATE t SET n = 100 WHERE n = 1;
2022-05-06 14:46:27.263 MSK [33394] student@admin_monitoring HINT:  See server log for query details.
2022-05-06 14:46:27.263 MSK [33394] student@admin_monitoring CONTEXT:  while updating tuple (0,2) in relation "t"
2022-05-06 14:46:27.263 MSK [33394] student@admin_monitoring STATEMENT:  UPDATE t SET n = 20 WHERE n = 2;
```

Практика+

1. Установите расширение pg_stat_statements.

   Выполните несколько произвольных запросов.

   Посмотрите, какая информация записывается при этом в представление pg_stat_statements.

1. Для установки расширения потребуется не только выполнить команду CREATE EXTENSION, но и изменить значение параметра *shared_preload_libraries* с последующей перезагрузкой сервера.

https://postgrespro.ru/docs/postgresql/13/pgstatstatements

1. Расширение pg_stat_statements

Расширение собирает статистику планирования и выполнения всех запросов.

Для работы расширения требуется загрузить одноименный модуль. Для этого имя модуля нужно прописать в параметре shared_preload_libraries и перезагрузить сервер. Изменять этот параметр лучше в файле postgresql.conf, но для целей демонстрации установим параметр с помощью команды ALTER SYSTEM.

```
=> ALTER SYSTEM SET shared_preload_libraries = 'pg_stat_statements';

ALTER SYSTEM

=> \q

student$ sudo pg_ctlcluster 13 main restart

student$ /usr/lib/postgresql/13/bin/psql
```

Проверим значение параметра и создадим расширение. Поскольку отслеживаться будут запросы из любых баз данных кластера, расширение лучше установить в ту базу данных, которая существует всегда, например postgres.

```
=> \c postgres

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

=> SHOW shared_preload_libraries;

 shared_preload_libraries
--------------------------
 pg_stat_statements
(1 row)


=> CREATE EXTENSION pg_stat_statements;

CREATE EXTENSION
```

Теперь выполним несколько запросов.

```
=> CREATE TABLE t(n numeric);

CREATE TABLE

=> SELECT format('INSERT INTO t VALUES (%L)', x)
FROM generate_series(1,5) AS x \gexec

INSERT 0 1
INSERT 0 1
INSERT 0 1
INSERT 0 1
INSERT 0 1

=> DELETE FROM t;

DELETE 5

=> DROP TABLE t;

DROP TABLE
```

Посмотрим на статистику запроса, который выполнялся чаще всего.

```
=> SELECT * FROM pg_stat_statements ORDER BY calls DESC LIMIT 1 \gx
```

```
-[ RECORD 1 ]-------+-------------------------
userid              | 16384
dbid                | 13485
queryid             | 9098096990651905112
query               | INSERT INTO t VALUES ($1)
plans               | 0
total_plan_time     | 0
min_plan_time       | 0
max_plan_time       | 0
mean_plan_time      | 0
stddev_plan_time    | 0
calls               | 5
total_exec_time     | 0.129575
min_exec_time       | 0.010834
max_exec_time       | 0.07563099999999999
mean_exec_time      | 0.025914999999999994
stddev_exec_time    | 0.025051961655726675
rows                | 5
shared_blks_hit     | 4
shared_blks_read    | 0
shared_blks_dirtied | 1
shared_blks_written | 1
local_blks_hit      | 0
local_blks_read     | 0
local_blks_dirtied  | 0
local_blks_written  | 0
temp_blks_read      | 0
temp_blks_written   | 0
blk_read_time       | 0
blk_write_time      | 0
wal_records         | 5
wal_fpi             | 0
wal_bytes           | 300
```