

# Программа курса DBA1-17 "Tantor: Администрирование PostgreSQL 17"

---

**Продолжительность:** 5 дней

## **Предварительная подготовка:**

базовые навыки работы в операционных системах семейства Linux и базовые знания SQL

## **Какие навыки будут получены:**

знание архитектуры PostgreSQL, установка и создание кластера баз данных, начальная настройка параметров конфигурации, организация хранения данных на логическом и физическом уровнях, повседневные задачи администрирования и регламентные работы, создание резервных копий, физическая и логическая репликация

## **Учебные материалы**

учебник  
практические задания  
виртуальная машина

## **Описание курса**

Курс предназначен для администраторов PostgreSQL и всех, кто хочет познакомиться с архитектурой и задачами администрирования СУБД PostgreSQL 17 версии.

## **Содержание курса**

### **Введение**

О курсе

### **Установка**

Проверка возможности установки  
Инсталлятор  
Локальная установка  
Процесс установки  
После установки  
Конфигураторы  
Создание кластера утилитой initdb

### **Управление**

Утилита управления экземпляром pg\_ctl  
Процесс postgres  
Управление экземпляром через systemctl  
Работа в контейнере docker  
Остановка экземпляра  
Утилиты управления

### **Утилита psql**

psql: подключение к базе данных  
psql: параметры подключения  
Получение справки по командам psql  
Форматирование вывода psql  
Вывод результата в формате HTML  
Вывод результата в расширенном формате  
Приглашение к вводу команд (промпт) psql  
Автофиксация транзакций и выполнение команд psql  
Переменные psql  
Выполнение командных файлов в psql  
Графические приложения: DBeaver  
Графические приложения: pgAdmin  
Графические приложения: Платформа Tantor  
Демонстрация  
Практика

## Архитектура PostgreSQL

- Экземпляр PostgreSQL
- Запуск экземпляра
- Запуск серверного процесса
- Общая память процессов экземпляра
- Кэш таблиц системного каталога
- Представление pg\_stat\_slru
- Локальная память процесса
- Представление pg\_backend\_memory\_contexts
- Функция pg\_log\_backend\_memory\_contexts(PID)
- Структуры памяти, обслуживающие буферный кэш
- Поиск свободного буфера
- Алгоритм вытеснения грязных буферов
- Стратегии замены буферов
- Поиск блока в буферном кэше
- Закрепление буфера (pin) и блокировка content\_lock
- Освобождение буферов при удалении файлов
- Процесс фоновой записи bgwriter
- Очистка кэша буферов процессом bgwriter
- Контрольная точка
- Шаги выполнения контрольной точки
- Взаимодействие процессов экземпляра с диском
- Практика

## Многоверсионность

- Таблицы
- Служебные столбцы
- Структура блока данных
- Заголовок версии строки
- Вставка строки
- Обновление строки
- Удаление строки
- Типы данных наименьшего размера
- Типы данных переменной длины
- Целочисленные типы данных
- Хранение дат, времени, их интервалов
- Типы данных для вещественных чисел
- Моментальный снимок
- Транзакция
- Свойства транзакций
- Уровни изоляции транзакций
- Феномены изоляции транзакций
- Пример ошибки сериализации
- Статусы транзакций
- Фиксация транзакции
- Подтранзакции
- Типы блокировок
- Блокировки объектов
- Совместимость блокировок
- Блокировки объектов
- Блокировки строк
- Мультитранзакции
- Очередь при блокировке строки
- Практика

## Регламентные работы

- Автовакуум
- Представление pg\_stat\_progress\_vacuum
- Параметры команды VACUUM
- Параметр default\_statistics\_target

- Раздувание (bloat) таблиц и индексов
- Оптимизация Heap Only Tuple
- Мониторинг HOT update
- Влияние FILLFACTOR на HOT cleanup
- Внутристраничная очистка в таблицах
- Внутристраничная очистка в индексах
- Эволюция индексов: создание, удаление, перестройка
- Частичные индексы
- Команда REINDEX
- REINDEX CONCURRENTLY
- Расширение HuroPG
- Счетчик транзакций
- Практика

### **Выполнение запросов**

- Синтаксический разбор
- Семантический разбор
- Трансформация (переписывание) запроса
- Планирование выполнения (оптимизация)
- Выполнение запроса
- Команда EXPLAIN
- Параметры команды EXPLAIN
- Таблицы
- Индексы для ограничений целостности
- Способы доступа к данным в плане запроса
- Методы доступа к строкам
- Способы соединения наборов строк
- Кардинальность и селективность
- Стоимость плана запроса
- Статистики
- Таблица pg\_statistic
- Накопительная статистика
- Расширение pg\_stat\_statements
- Практика

### **Расширения PostgreSQL**

- Расширяемость PostgreSQL
- Директории файлов расширений и библиотек
- Установка расширений
- Файлы расширений
- Foreign Data Wrapper
- Расширение file\_fdw
- Расширение dblink
- Практика

### **Конфигурирование PostgreSQL**

- Обзор
- Параметры конфигурации
- Просмотр параметров
- Основной файл параметров postgresql.conf
- Файл параметров postgresql.auto.conf
- Применение изменений параметров
- Привилегии на изменение параметров
- Классификация параметров: Контекст
- Параметры контекста internal
- Классификация параметров: Уровни
- Параметры хранения на уровне таблицы
- Классификация параметров: Категории
- Категория: "Для разработчиков"
- Категория: "Пользовательские настройки"
- Названия и значения параметров конфигурации

- Параметр конфигурации transaction\_timeout
- Автономные транзакции
- Представление pg\_stat\_slru
- Параметр конфигурации transaction\_buffers
- Параметры multixact\_members\_buffers и multixact\_offsets\_buffers
- Параметр конфигурации subtransaction\_buffers
- Параметр конфигурации notify\_buffers
- Задание параметров при создании кластера
- Разрешения на директорию PGDATA
- Размер блока данных PostgreSQL
- Ограничения PostgreSQL
- Параметр enable\_large\_allocations
- Ограничения на длину идентификаторов
- Конфигурационные параметры
- Демонстрация
- Практика

### **Логическая структура кластера**

- Кластер баз данных
- Экземпляр
- База данных
- Список баз данных
- Создание базы данных
- Изменение свойств базы данных
- Команда ALTER DATABASE
- Удаление базы данных
- Схемы в базе данных
- Создание и изменение схем
- Путь поиска объектов в схемах
- Специальные схемы
- Определение текущего пути поиска
- В какой схеме будет создан объект
- Путь поиска в подпрограммах SECURITY DEFINER
- Маскировка объектов схем
- Системный каталог
- Общие объекты кластера
- Использование системного каталога
- Обращение к системному каталогу
- рег-типы
- Часто используемые команды psql
- Инспектор баз данных в Платформе Tanot
- Демонстрация
- Практика

### **Физическая структура кластера**

- Директория файлов кластера PGDATA
- Директория файлов кластера PGDATA
- Временные объекты
- Табличные пространства
- Табличные пространства: характеристики
- Табличные пространства: характеристики
- Команды управления табличными пространствами
- Изменение директории табличного пространства
- Параметры табличных пространств
- Работа с файлами журнала
- Основной слой хранения данных
- Дополнительные слои
- Расположение файлов объектов
- Размеры табличных пространств и баз данных
- Функции определения размера
- Перемещение объектов

- Смена схемы и владельца
- Реорганизация и перемещение таблиц утилитой `pg_repack`
- Уменьшение размера файлов таблиц утилитой `pgcompactable`
- TOAST (The Oversized-Attribute Storage Technique)
- TOAST (The Oversized-Attribute Storage Technique)
- Поля переменной длины
- Вытеснение полей в TOAST
- Алгоритм вытеснения полей в TOAST
- TOAST chunk
- Ограничения TOAST
- Параметры `toast_tuple_target` и `default_toast_compression`
- Колоночное хранение Hydra `pg_columnar`
- Демонстрация
- Практика

### Диагностический журнал

- Уровни важности сообщений
- Расположение журнала
- Передача сообщений `syslog`
- Ротация файлов диагностического журнала
- Диагностический журнал
- Параметры диагностики
- Отслеживание использования временных файлов
- Отслеживание работы автовакуума и автоанализа
- Наблюдение за контрольными точками
- Описание записей `log_checkpoints`
- Утилита `pg_waldump` и записи `log_checkpoints`
- Логирование соединений
- Параметр `log_connections`
- Параметр `log_disconnections`
- Расширения `pgaudit` и `pgaudittofile`
- Конфигурирование расширений `pgaudit` и `pgaudittofile`
- Диагностика частоты соединений с базой данных
- Диагностика блокирующих ситуаций
- Практика

### Безопасность

- Пользователи (роли) в кластере баз данных
- Атрибуты (параметры, свойства) ролей
- Атрибут `INHERIT` и `GRANT WITH INHERIT`
- Переключение сессии в другую роль и смена ролей
- Предопределённые (служебные) роли
- Права на объекты
- Просмотр прав на объекты в `psql`
- Привилегии по умолчанию (`DEFAULT PRIVILEGES`)
- Защита на уровне строк (Row-level security, RLS)
- Подсоединение к экземпляру
- Файл `pg_hba.conf`
- Содержимое `pg_hba.conf`
- Содержимое `pg_hba.conf` (продолжение)
- Файл сопоставления имён `pg_ident.conf`
- Практика

### Физическое резервирование

- Виды резервных копий
- Инкрементальные бэкапы
- Что резервируется
- Процедура восстановления
- Файлы журнала предзаписи
- LSN (Log Sequence Number)
- Названия журнальных файлов и LSN

- Процесс восстановления startup
- Функции для работы с журналами
- Холодное резервирование
- Параметр конфигурации full\_page\_writes
- Утилита резервирования pg\_basebackup
- Утилита pg\_verifybackup
- Архив журналов
- Отсутствие потерь (Durability)
- Утилита pg\_receivewal
- Слот репликации
- Создание базовой резервной копии
- Утилита резервирования wal-g
- Демонстрация
- Практика

### **Логическое резервирование**

- Логическое резервирование
- Примеры использования
- Сравнение логического и физического резервирования
- Команда COPY .. TO
- Команда COPY .. FROM
- Команда \copy
- Утилита pg\_dump
- Параллельная выгрузка
- Утилита pg\_restore
- Возможности pg\_restore
- Утилита pg\_dumpall
- Возможности pg\_dumpall
- Строки большого размера
- Параметр enable\_large\_allocations
- Демонстрация
- Практика

### **Физическая репликация**

- Физическая репликация
- Мастер и реплика
- Реплики и архив журнала
- Настройка мастера
- Создание реплики
- Слоты репликации
- Параметры конфигурации на репликах
- Горячая реплика
- Обратная связь с мастером
- Мониторинг горизонта
- Параметры max\_slot\_wal\_keep\_size и transaction\_timeout
- Параметры мастера, которые должны быть синхронизированы с репликами
- Смена ролей мастер-реплика
- Повышение реплики до мастера
- Файлы истории линий времени
- Утилита pg\_rewind
- Процессы экземпляра реплики
- Отложенная репликация
- Восстановление повреждённых блоков данных с реплики
- Демонстрация
- Практика

### **Логическая репликация**

- Логическая репликация
- Применение логической репликации
- Физическая и логическая репликация
- Идентификация строк

- Способы идентификации строк
- Действия для создания логической репликации
- Создание публикации
- Создание подписки
- Создание подписки
- Нагрузка на экземпляр
- Получение журнальных данных с реплики
- Конфликты
- Двунаправленная репликация
- Демонстрация
- Практика

### **Обзор Платформы Tantor**

- Сценарии использования
- Инструменты мониторинга
- Платформа Tantor
- Настройки пользователей
- Рабочие пространства
- Обзор экземпляра
- Кластера Patroni
- Профилировщик запросов
- Репликация
- Табличные пространства
- Оповещения
- Конфигурация мониторинга
- Аналитика
- Активности фоновых процессов
- Настройки
- Анализ схемы данных
- Регламентное обслуживание
- Планировщик задач
- Курс по Платформе Tantor

### **Новые возможности Tantor Postgres версии 17.5**

- Tantor Postgres - ветвь PostgreSQL
- Доработки в Tantor Postgres
- Дополнительные параметры конфигурации
- Расширения Tantor Postgres SE и SE 1C
- Параметры оптимизатора запросов
- Библиотека pg\_stat\_advisor
- Параметры enable\_temp\_memory\_catalog и enable\_delayed\_temp\_file
- Параметр enable\_large\_allocations
- Алгоритм сжатия pglz
- Параметр libpq\_compression
- Параметр wal\_sender\_stop\_when\_crc\_failed
- Параметр backtrace\_on\_internal\_error
- Расширение uuid\_v7
- Расширение pg\_tde (Transparent Data Encryption)
- Валидатор oauth\_base\_validator
- Библиотека credcheck
- Расширения fasttrun и online\_analyze
- Расширение mchar
- Расширение fulleq
- Расширение orafce
- Расширение http
- Расширение pg\_store\_plans
- Расширение pg\_variables
- Производительность при использовании pg\_variables
- Преимущества расширения pg\_variables
- Расширение pg\_stat\_kcache
- Статистики, собираемые pg\_stat\_kcache

- Расширение pg\_wait\_sampling
- История событий ожидания
- Расширение pg\_background
- Расширения pgaudit и pgaudittofile
- Конфигурирование расширений pgaudit и pgaudittofile
- Утилита pgсорудb
- Утилита pg\_anon
- Утилита pg\_configurator
- Утилита pg\_diag\_setup.py
- Утилита pg\_sec\_check
- Утилита WAL-G (Write-Ahead Log Guard)
- Другие расширения
- Практика

### Отличия от предыдущей версии курса

Курс создан на основе курса 00-000348 "Администрирование СУБД Tantor в редакции SE, версия 16", который был выпущен в июле 2024 года. Название курса было изменено на "Tantor: Администрирование PostgreSQL 17".

Основные изменения коснулись глав по архитектуре, диагностике, безопасности. В виртуальной машине к курсу была обновлена операционная система с Astralinux версии 1.7 на Astralinux версии 1.8 и Tantor Postgres SE с версии 16.1 на версию 17.5.

В первом практическом задании описано как установить программное обеспечение Tantor Postgres из открытого репозитория для выполнения последующих практических заданий.

Курс полезен для тех, кто планирует использовать не только Tantor Postgres, но и "ванильный" PostgreSQL. Обзор библиотек и расширений Tantor Postgres перенесён в заключительную главу курса.