Быстрые тесты на реальных SQL бд (postgres и не только)

Булавский Сергей
Рейнджер, Бюро разработки

Контур

Кликбэйт

Переход на … дал:

~ 30 min → …

Кликбэйт

Переход на ... дал:

~ 30 min → ~3 min

10 лет назад

С чего мы начинали?

С чего мы начинали?

- Медицинский продукт
- Распределенная команда
- Докер только набирает популярность
- TDD/тесты в каждом пулл реквесты
- .NET Core 1.0-2.0
- EF Core 1.0-2.0
- Реальные постгрес инстансы в ограниченном количестве

Какие тесты мы писали?

- Юнит – для тестирования отдельных сервисов
- Интеграционные на уровне сервиса для тестирования в связке с реальной БД
- Интеграционные на несколько сервисов и несколько БД
- E2E – для всей системы

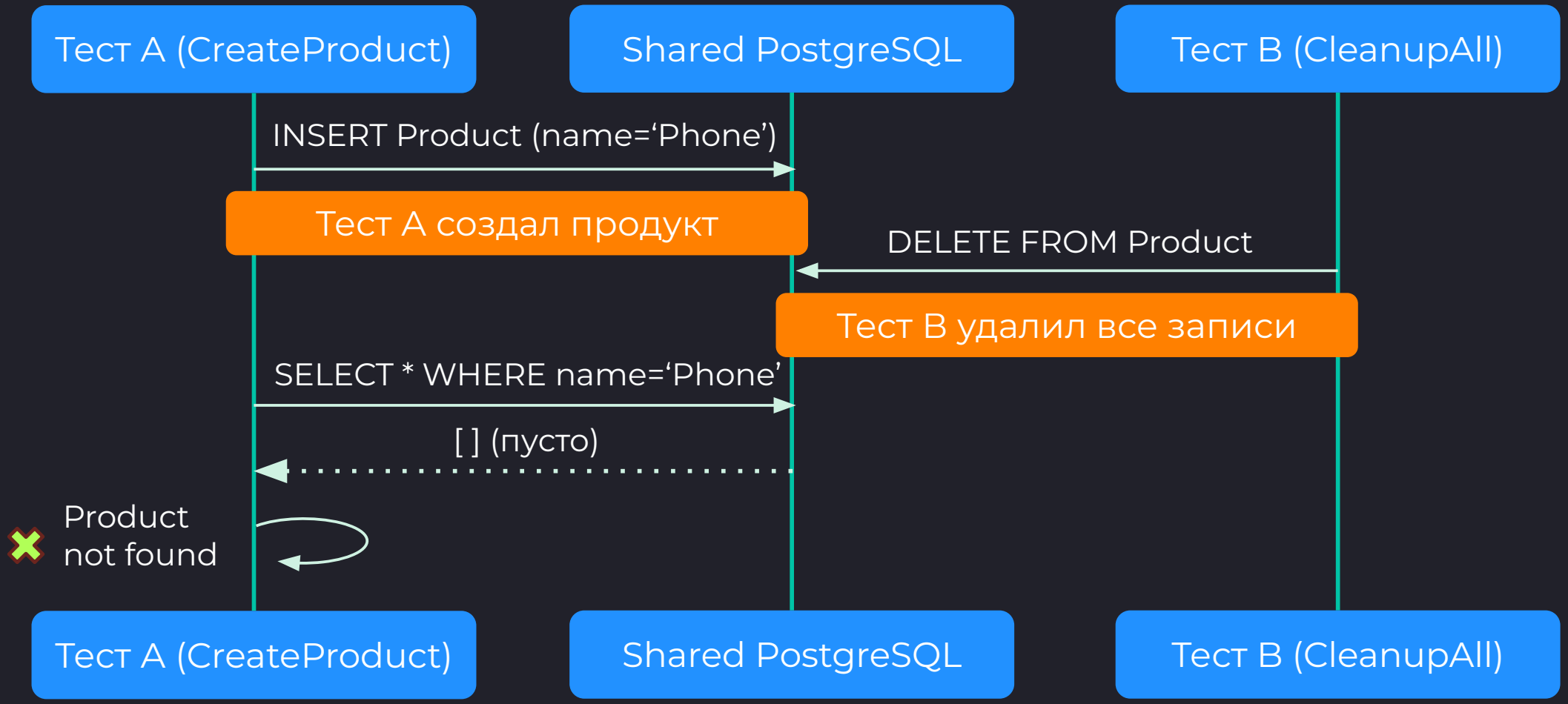
Почему тесты с реальной БД?

- Основная часть бизнес правил часто живет в схеме БД
- Слой работы с данными обычно самый критичный в ошибках и производительности
- SQL сам по себе обычно не тестируется
- До EF Core 3.0 Query Client Evaluation был по умолчанию и транспайлинг запросов был еще не так прокачан

Проблемы с тестами на реальной БД

- Необходимость поддерживать БД в “чистом” состоянии – мануальные действия = время
- Параллельное выполнение необходимо для экономии времени
- Нарушение изоляции между тестами на всех уровнях в случае параллельных запусков

Нарушение изоляции



Проблемы с тестами на реальной БД

- Необходимость поддерживать бд в “чистом” состоянии – мануальные действия = время
- Параллельное выполнение необходимо для экономии времени
- Нарушение изоляции между тестами на всех уровнях в случае параллельных запусков
- Написание логики с расчетом на грязное состояние БД – не работает долгосрочно

Как писать тесты.md

- Из users ничего не удалять - на первые 50 записей завязаны тесты авторизации.

Как писать тесты.md

- Из users ничего не удалять - на первые 50 записей завязаны тесты авторизации.
- Проверять наличие по id, не по Count() — соседние тесты добавляют строки.

Как писать тесты.md

- Из users ничего не удалять - на первые 50 записей завязаны тесты авторизации.
- Проверять наличие по id, не по Count() — соседние тесты добавляют строки.
- Email в тестах — только @example.com, потому что cleanup-скрипт удаляет по маске.

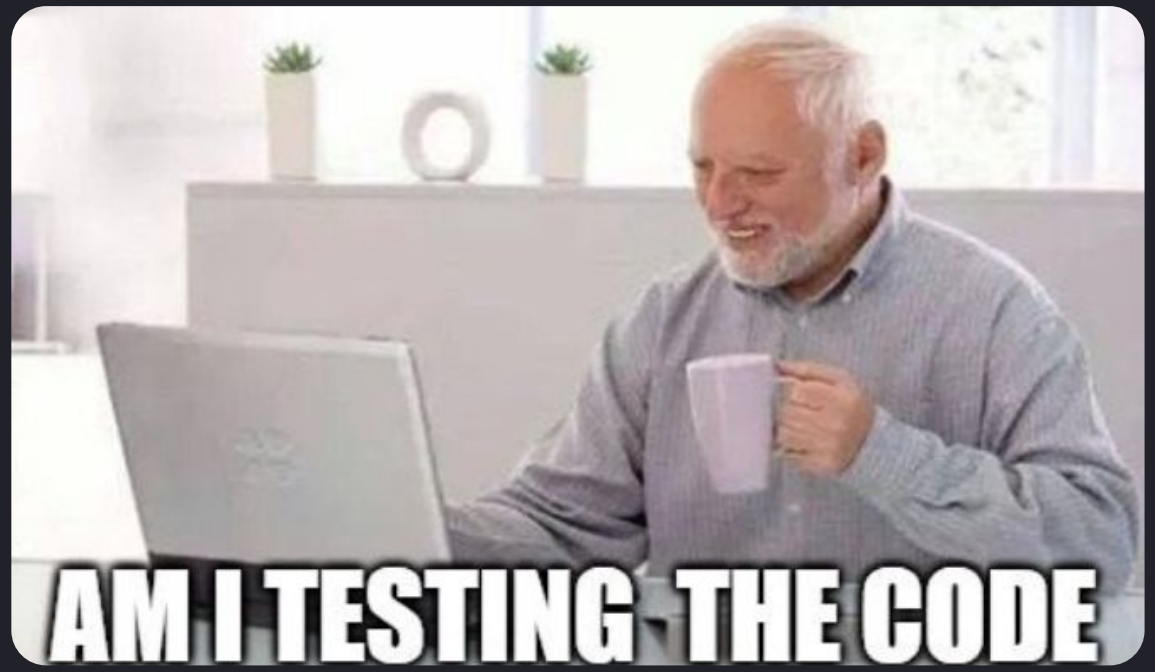
Как писать тесты.md

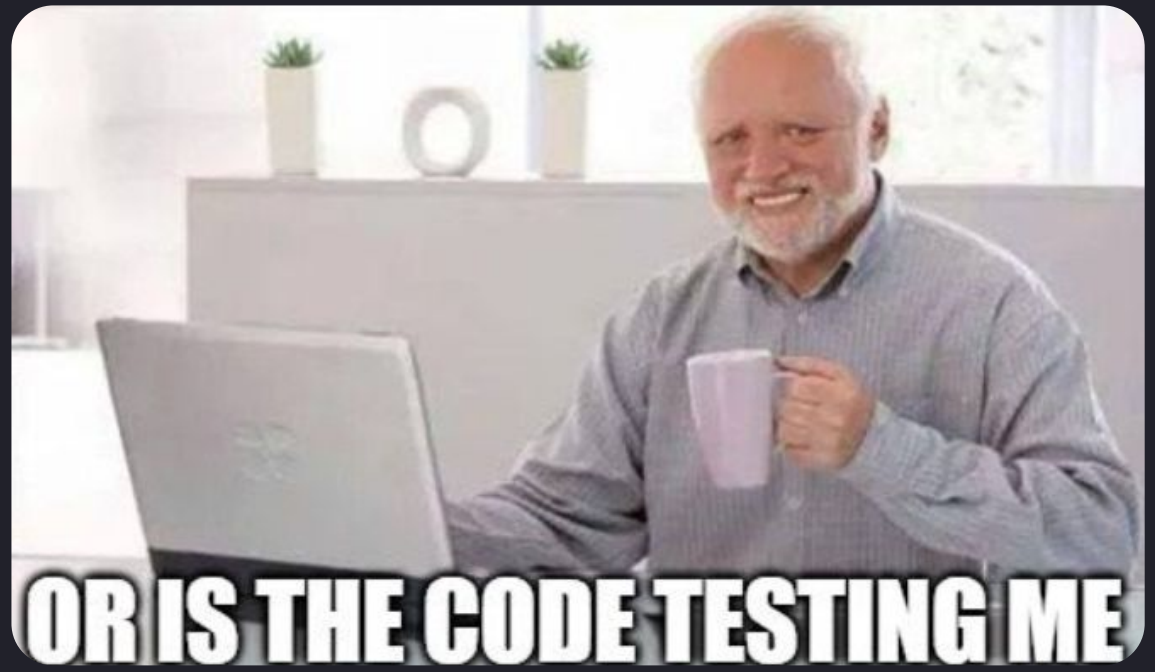
- Из users ничего не удалять - на первые 50 записей завязаны тесты авторизации.
- Проверять наличие по id, не по Count() — соседние тесты добавляют строки.
- Email в тестах — только @example.com, потому что cleanup-скрипт удаляет по маске.
- Категорию «Разное» нельзя переименовывать — на неё захардкожен id=7 в трёх местах.

Как писать тесты.md

- Из users ничего не удалять - на первые 50 записей завязаны тесты авторизации.
- Проверять наличие по id, не по Count() — соседние тесты добавляют строки.
- Email в тестах — только @example.com, потому что cleanup-скрипт удаляет по маске.
- Категорию «Разное» нельзя переименовывать — на неё захардкожен id=7 в трёх местах.
- // НЕ УДАЛЯТЬ. Ломает тесты отчётов.

Эксперименты





Источник: Dreamstime (стоковое фото)

Moq/Substitute Repository/DbSet

- Нет нормального состояния
- Нет выполнения запросов в SQL

EF In-memory

- Провайдер базы данных, предназначенный исключительно для тестирования приложений
- Позволяет разработчикам имитировать базу данных в оперативной памяти системы вместо использования физического хранилища данных

EF In-memory – уникальность

```
protected ShopDbContext CreateContext()
{
    var options = new DbContextOptionsBuilder<ShopDbContext>()
        .UseInMemoryDatabase(databaseName: Guid.NewGuid().ToString())
        .ConfigureWarnings(w => w.Ignore(InMemoryEventId.TransactionIgnoredWarning))
        .Options;

    var context = new ShopDbContext(options);
    context.Database.EnsureCreated();
    return context;
}
```

EF In-memory – уникальность

```
protected ShopDbContext CreateContext()
{
    var options = new DbContextOptionsBuilder<ShopDbContext>()
        .UseInMemoryDatabase(databaseName: Guid.NewGuid().ToString())
        .ConfigureWarnings(w => w.Ignore(InMemoryEventId.TransactionIgnoredWarning))
        .Options;

    var context = new ShopDbContext(options);
    context.Database.EnsureCreated();
    return context;
}
```

EF In-memory – уникальность

```
[Fact]
public void InMemory_DoesNotEnforce_UniqueEmail()
{
    using var context = CreateContext();
    context.Customers.Add(new Customer { Email = "dup@example.com", ...});
    context.Customers.Add(new Customer { Email = "dup@example.com", ...});

    Assert.Throws<DbUpdateException>(() => context.SaveChanges());
}
```

EF In-memory – уникальность

```
Assert.Throws() Failure: No exception was thrown
```

In-memory as a database fake

EF Core also comes with an in-memory provider. Although this provider was originally designed to support internal testing of EF Core itself, some developers use it as a database fake when testing EF Core applications. Doing so is highly discouraged

https://learn.microsoft.com/en-us/ef/core/testing/choosing-a-testing-strategy#in-memory-as-a-database-fake

EF In-memory

- Не проверяет целостность данных (UNIQUE, FK, CASCADE, CHECK/NOT NULL)
- Транзакции не поддерживаются
- SQL и трансляция (RAW SQL, JSONB и т.д. не работают)
- Миграции и raw-SQL объекты не применяются

SQLite

- Реальная БД

SQLite

- Реальная БД

```
-- ILIKE - регистронезависимый поиск
SELECT * FROM products WHERE name ILIKE '%phone%';

-- JSONB-операторы
SELECT * FROM orders WHERE metadata->>'status' = 'paid';

-- string_agg, array_agg
SELECT customer_id, string_agg(name, ', ') FROM products GROUP BY
customer_id;

-- RETURNING после INSERT
INSERT INTO products (name) VALUES ('Phone') RETURNING id;
```

SQLite

- Реальная БД
- Свой диалект
- Миграции для SQLite и PostgreSQL расходятся
- Некоторые операции вообще не поддерживаются (ALTER/DROP COLUMN в старых версиях)
- Блокируется вся база данных на запись (SQLITE_BUSY)

Фейки делают только хуже!

PostgreSQL с роллбэками

- Очень быстрый подход
- Рабочий подход до определенной степени сложности логики
- Если в коде есть создание и коммит транзакций – возникнут конфликты с внешней транзакцией
- Всё должно работать через одно соединение с внешней открытой транзакцией

"Наруто" (Naruto), © Studio Pierrot / Masashi Kishimoto

Как бы я делал это сейчас

Требования к тестам

- Скорость выполнения – медленные тесты гоняют реже или вообще не гоняют

Стоимость скорости

Команда из 10 разработчиков, 5 PR в день на команду, по 3 прогона CI на PR.

250 рабочих дней в году, средний прогон тестов 20 минут, средневзвешенная стоимость часа разработчика 4500 руб (для бизнеса), стоимость часа CI раннера ~100 руб.

Потери разработчика на ожидание и переключение контекста 50%

Рыночные штатные ставки: junior 1 300–2 700, middle 3 100–5 600, senior от 5 700 ₽/час. (Клерк, обзор рынка, октябрь 2025)

CI: GitHub Actions Linux 4-core, $0,016/мин.

Стоимость скорости

5 PR x 3 попыток x 250 рабочих дней = 3750
прогонов в год

625 часов машинного времени CI ~60 тыс. рублей

Время разработчиков (50%) ~310 часов - ~1.4 млн Р.

Требования к тестам

- Скорость выполнения – медленные тесты гоняют реже или вообще не гоняют
- Изоляция – для предсказуемости, простоты тестов и возможности параллелизма

Требования к тестам

- Скорость выполнения – медленные тесты гоняют реже или вообще не гоняют
- Изоляция – для предсказуемости, простоты тестов и возможности параллелизма
- Возможность локального запуска – дебаг, более быстрый feedback loop для агентов и для меня

Мем из интернета - 1 шт. Источник: @ffmemesbot

Требования к тестам

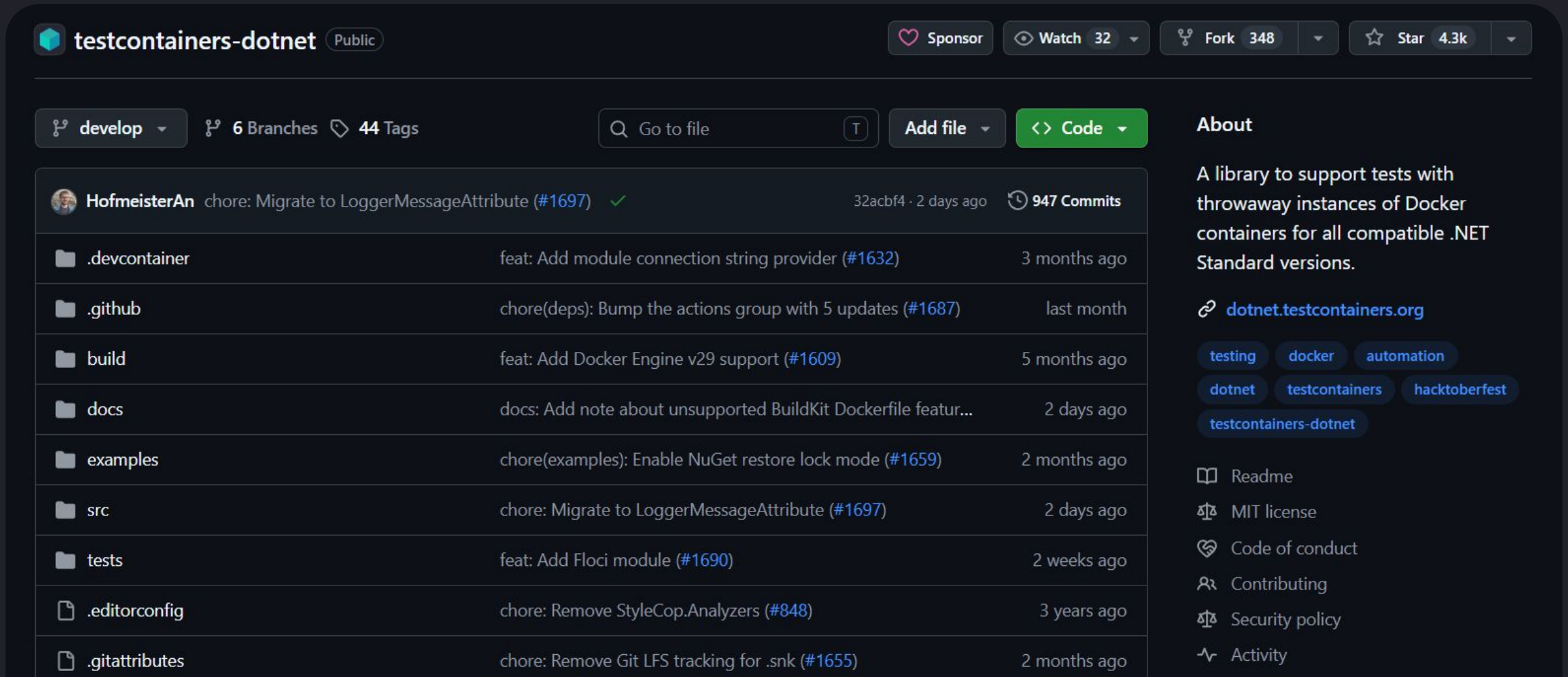
- Скорость выполнения – медленные тесты гоняют реже или вообще не гоняют
- Изоляция – для предсказуемости, простоты тестов и возможности параллелизма
- Возможность локального запуска – дебаг, более быстрый feedback loop для агентов и для меня
- Простота в написании

Как создавать реальные бд?

Создание реальных БД под тесты

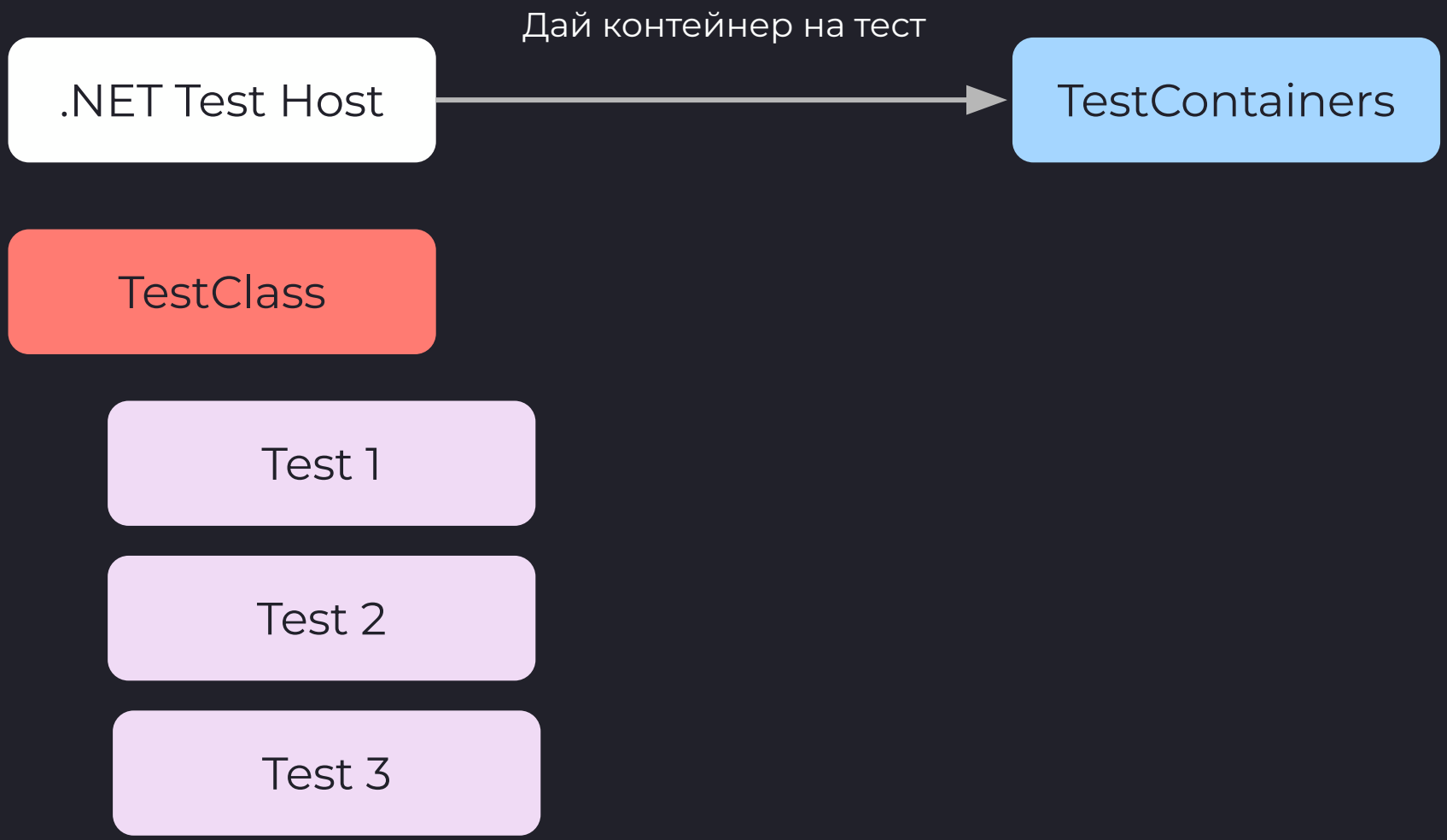
- Одна БД на весь запуск – быстро создается, один раз мигрируется – худший вариант изоляции
- Одна БД на тест класс – создание и миграция на тест класс – изоляция внутри тест класса нарушена
- Одна БД на тест – полная изоляция – создание и миграции БД на тест

Testcontainers

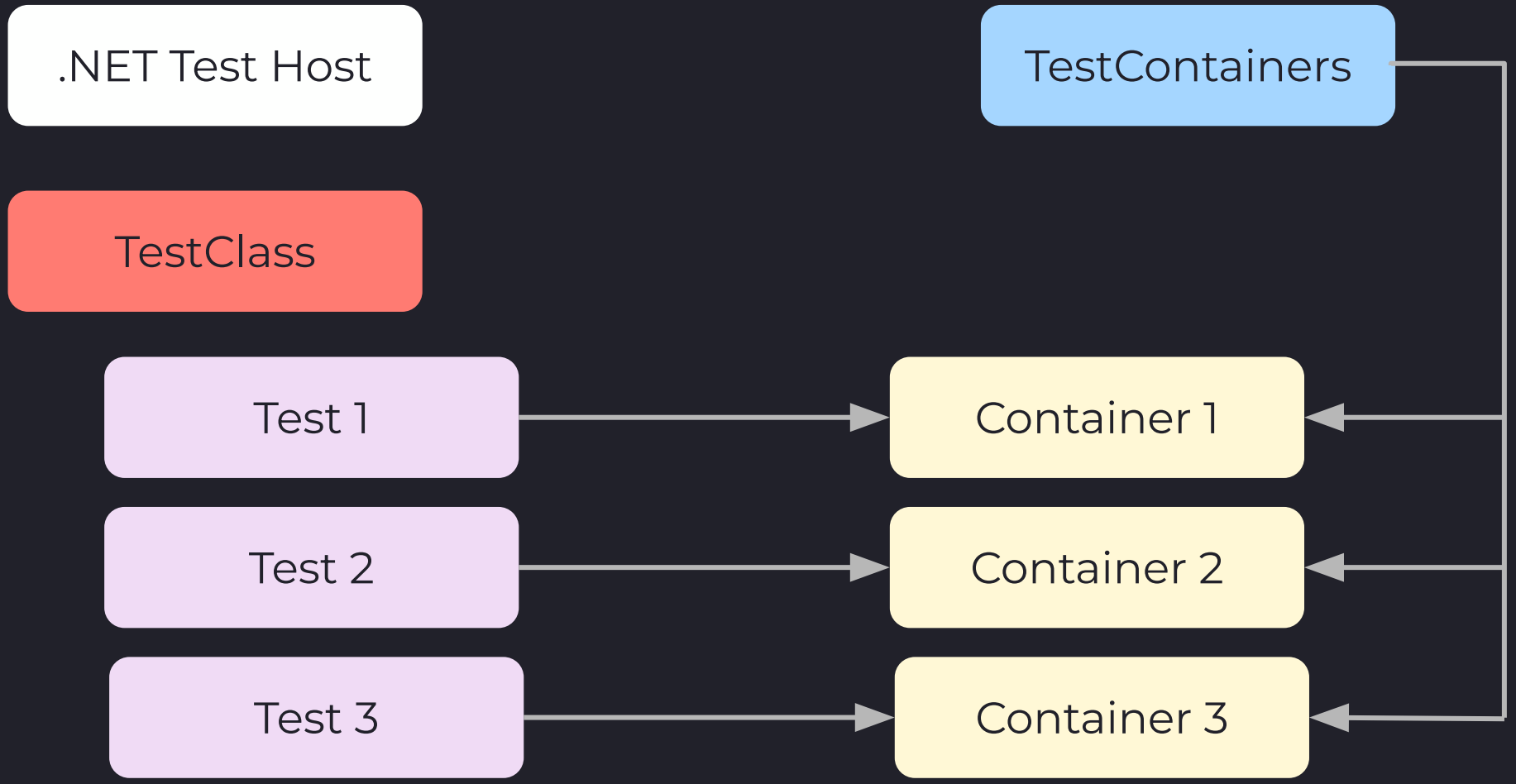


Testcontainers – container per test

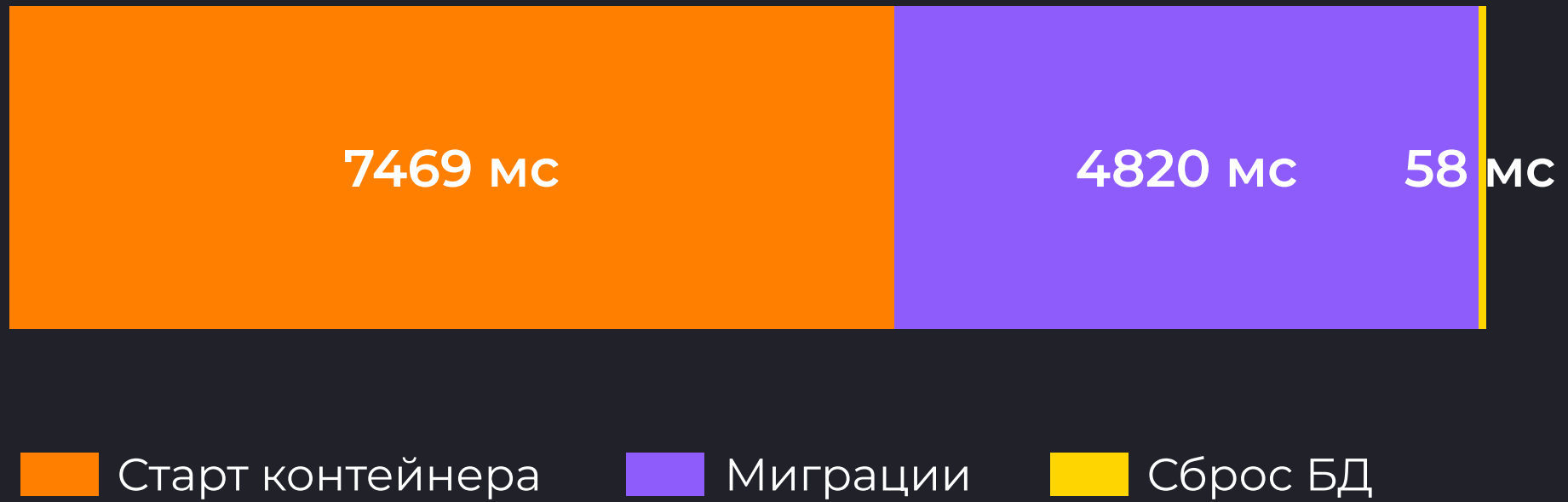
Testcontainers – container per test



Testcontainers – container per test



Testcontainers – container per test



Testcontainers – container per test

2340

всего тестов выполняется (12 тест классов, 8 потоков)

~12.3 сек

инфраструктуры (в среднем на тест)

время на тест:

~7469 мс

старт контейнера (в среднем на тест)

~4820 мс

117 миграций:

Testcontainers – container per test

2340

всего тестов выполняется (12 тест классов, 8 потоков)

~12.3 сек

инфраструктуры (в среднем на тест)

время на тест:

~7469 мс

старт контейнера (в среднем на тест)

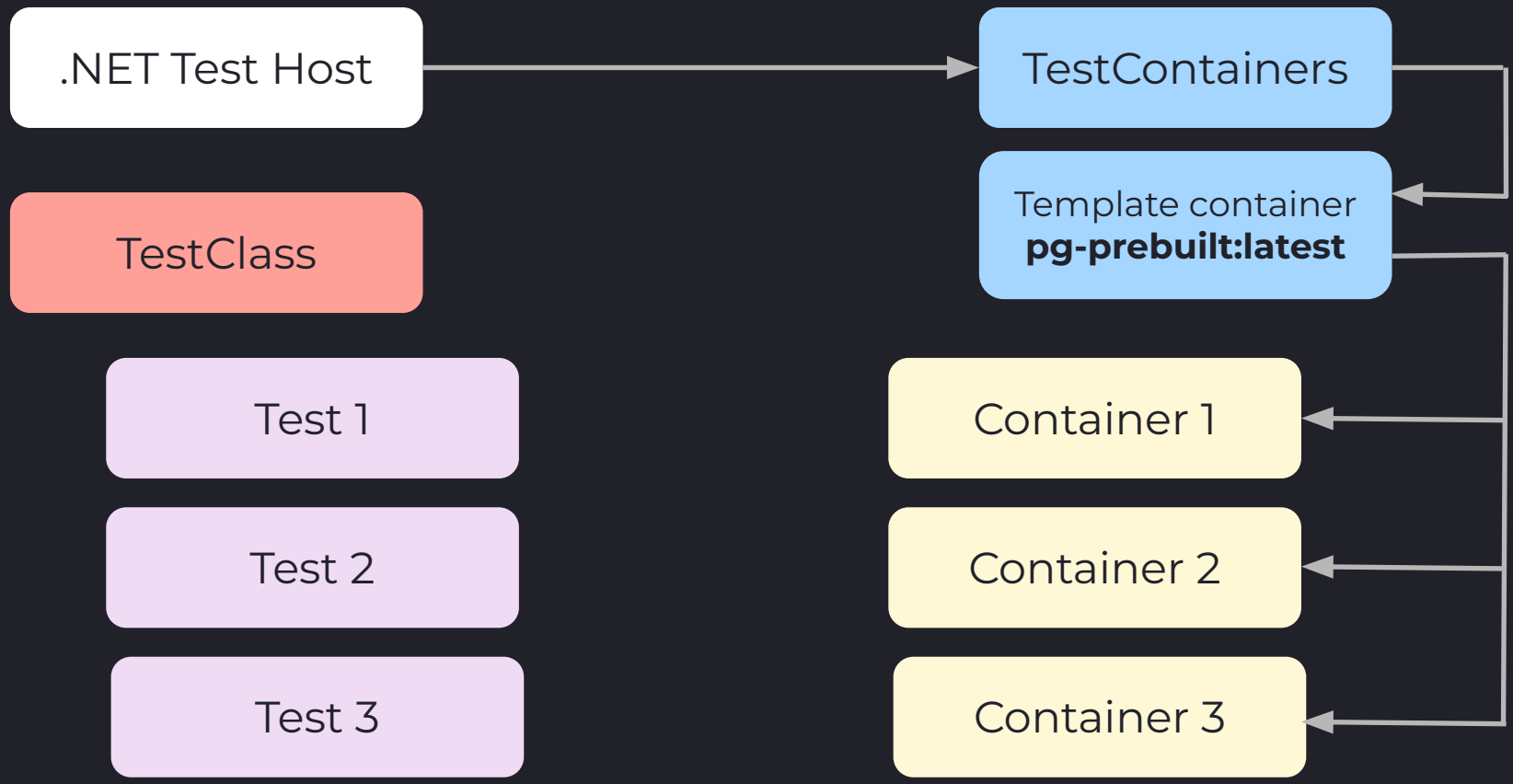
~4820 мс

117 миграций:

на 2340 тестов ~60 минут

инфраструктуры

Testcontainers – container per test – Docker commit

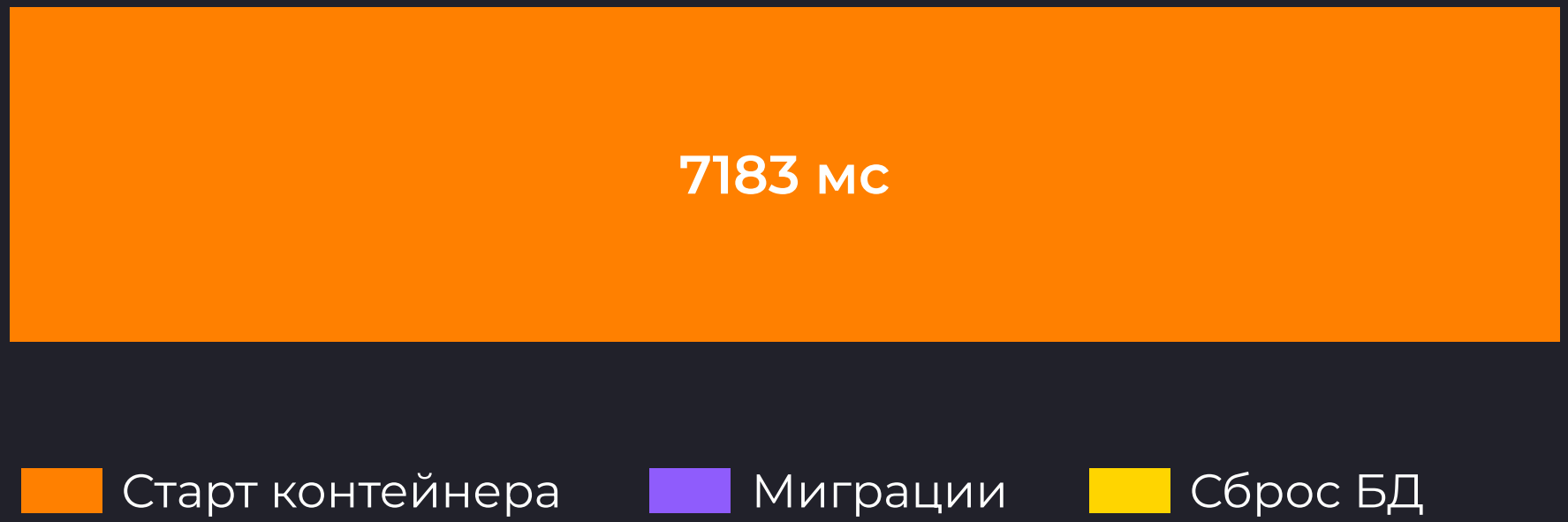


Docker commit

Docker commit сохраняет writable-слой запущенного контейнера в новый образ — «снимок» файловой системы.

Поднимаем Postgres, накатываем миграции, останавливаем (docker stop, для checkpoint) и коммитим — новые контейнеры из этого образа стартуют уже с готовой схемой.

Testcontainers – container per test – Docker commit



Testcontainers – container per test – Docker commit

2340

всего тестов выполняется (12 тест классов, 8 потоков)

~7.2 сек

инфраструктуры (в среднем на тест)

время на тест:

~7183 мс

старт контейнера (в среднем на тест)

~5-10 мс

117 миграций:

Testcontainers – container per test – Docker commit

2340

всего тестов выполняется (12 тест классов, 8 потоков)

время на тест:

~7183 мс

старт контейнера (в среднем на тест)

~5-10 мс

117 миграций:

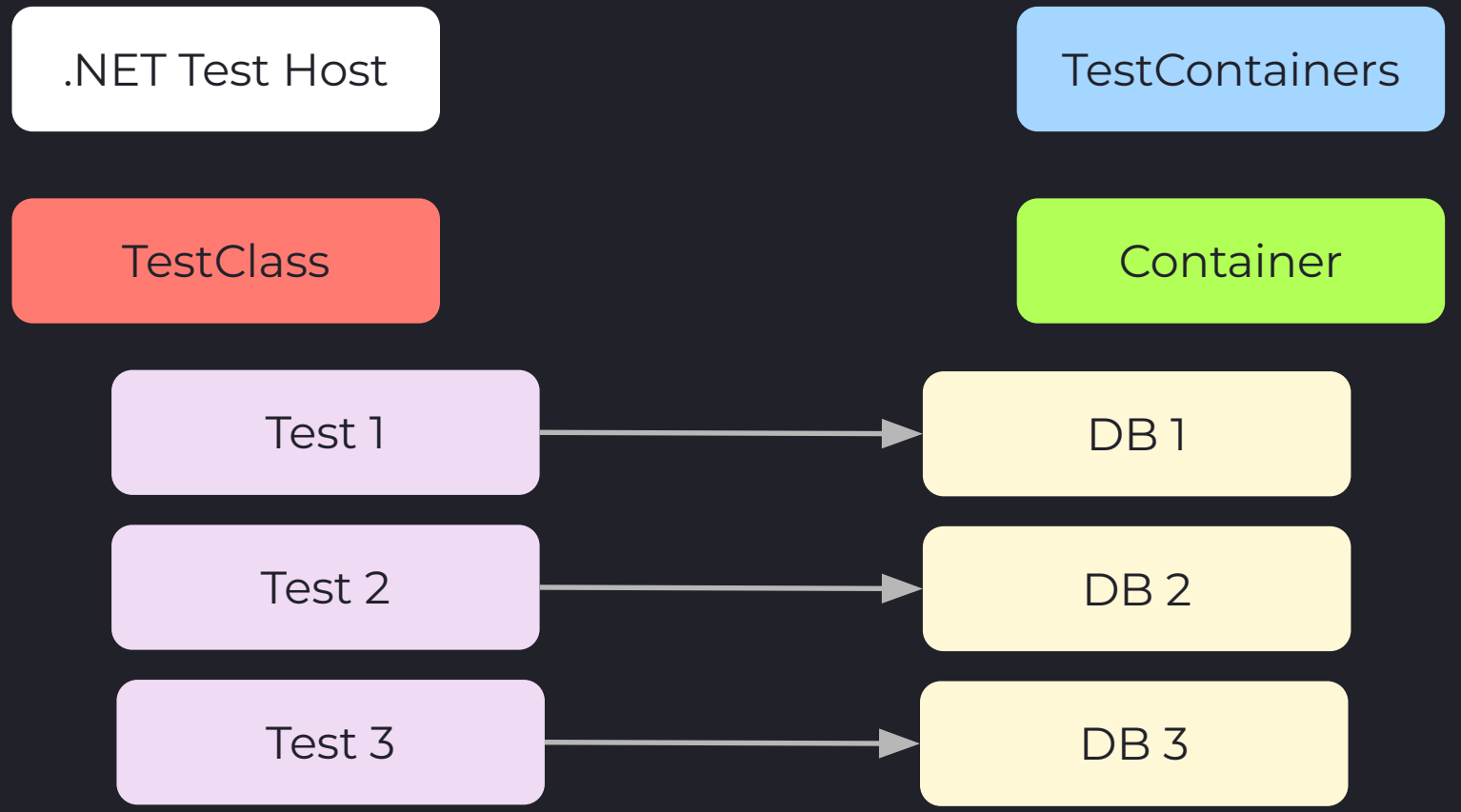
~7.2 сек

инфраструктуры (в среднем на тест)

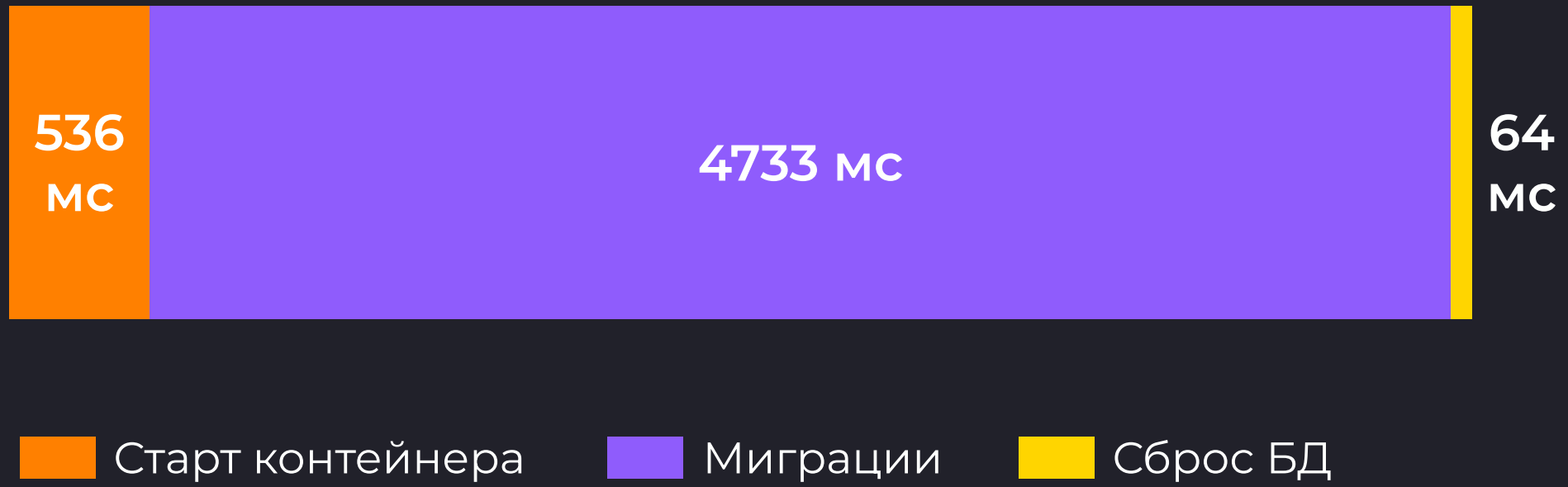
на 2340 тестов ~35 минут

инфраструктуры

Testcontainers – container per class



Testcontainers – container per class



Testcontainers – container per class

2340

всего тестов выполняется (12 тест классов, 8 потоков)

~5.3 сек

инфраструктуры (в среднем на тест)

время на тест:

~536 мс

старт контейнера (в среднем на тест)

~4733 мс

117 миграций:

Testcontainers – container per class

2340

всего тестов выполняется (12 тест классов, 8 потоков)

время на тест:

~536 мс

старт контейнера (в среднем на тест)

~4733 мс

117 миграций:

~5.3 сек

инфраструктуры (в среднем на тест)

на 2340 тестов ~ 26 минут

инфраструктуры

Testcontainers – container per run

Testcontainers – container per run

2340

всего тестов выполняется (12 тест классов, 8 потоков)

~3.5 сек

в среднем на тест

время на тест:

~3 мс

старт контейнера (на тест)

~3416 мс

117 миграций:

Testcontainers – container per run

2340

всего тестов выполняется (12 тест классов, 8 потоков)

~3.5 сек

в среднем на тест

время на тест:

~3 мс

старт контейнера (на тест)

~3416 мс

117 миграций:

на 2340 тестов ~ 17 минут

Быстрее уже не будет...

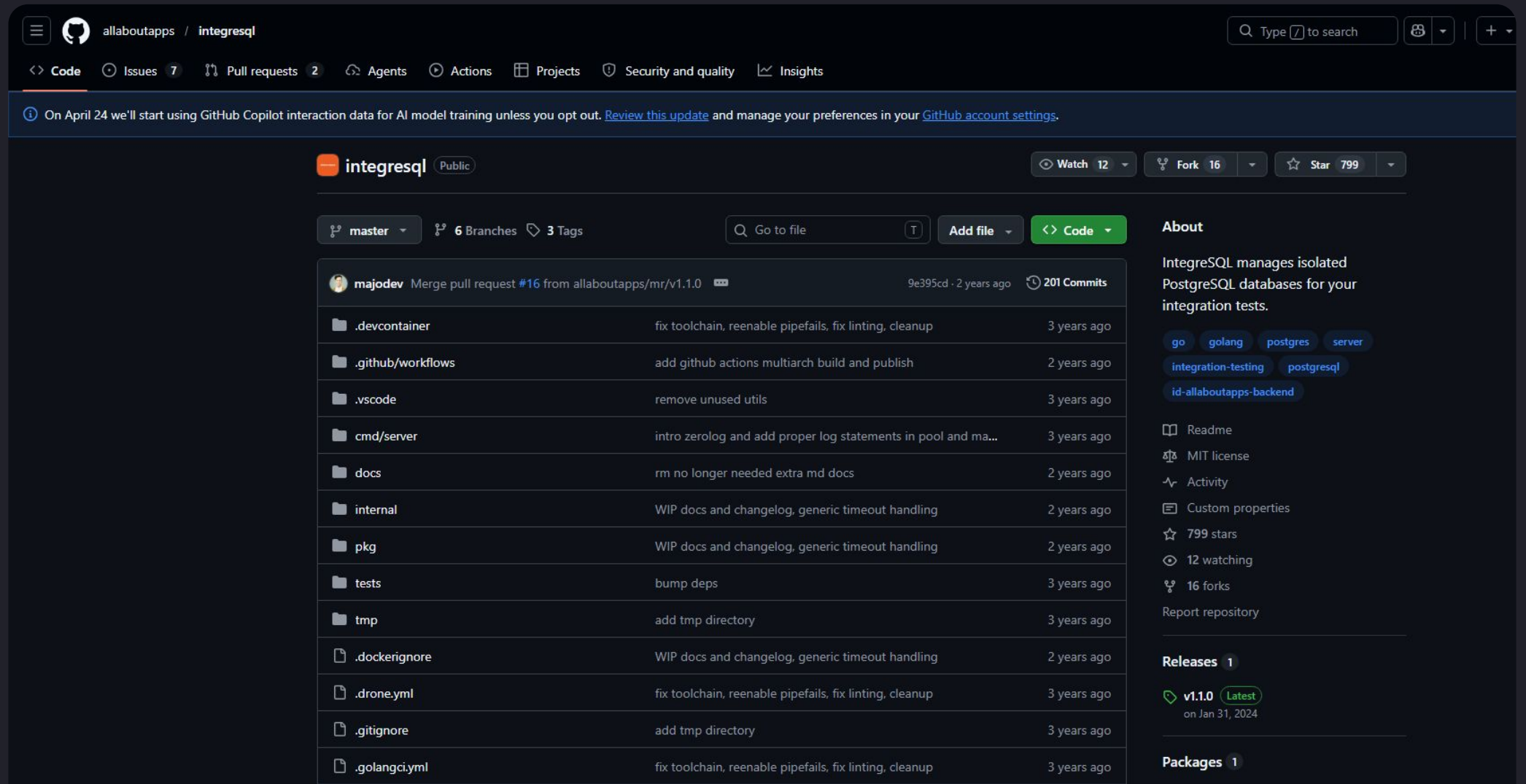
Linkin Park — "In the End" (2001) © Warner Bros. Records / Machine Shop Recordings Реж. Joseph Kahn

Или будет?

"Шрек" (2001), © DreamWorks Animation, источник: giphy.com

"Наруто" (Naruto), © Studio Pierrot / Masashi Kishimoto

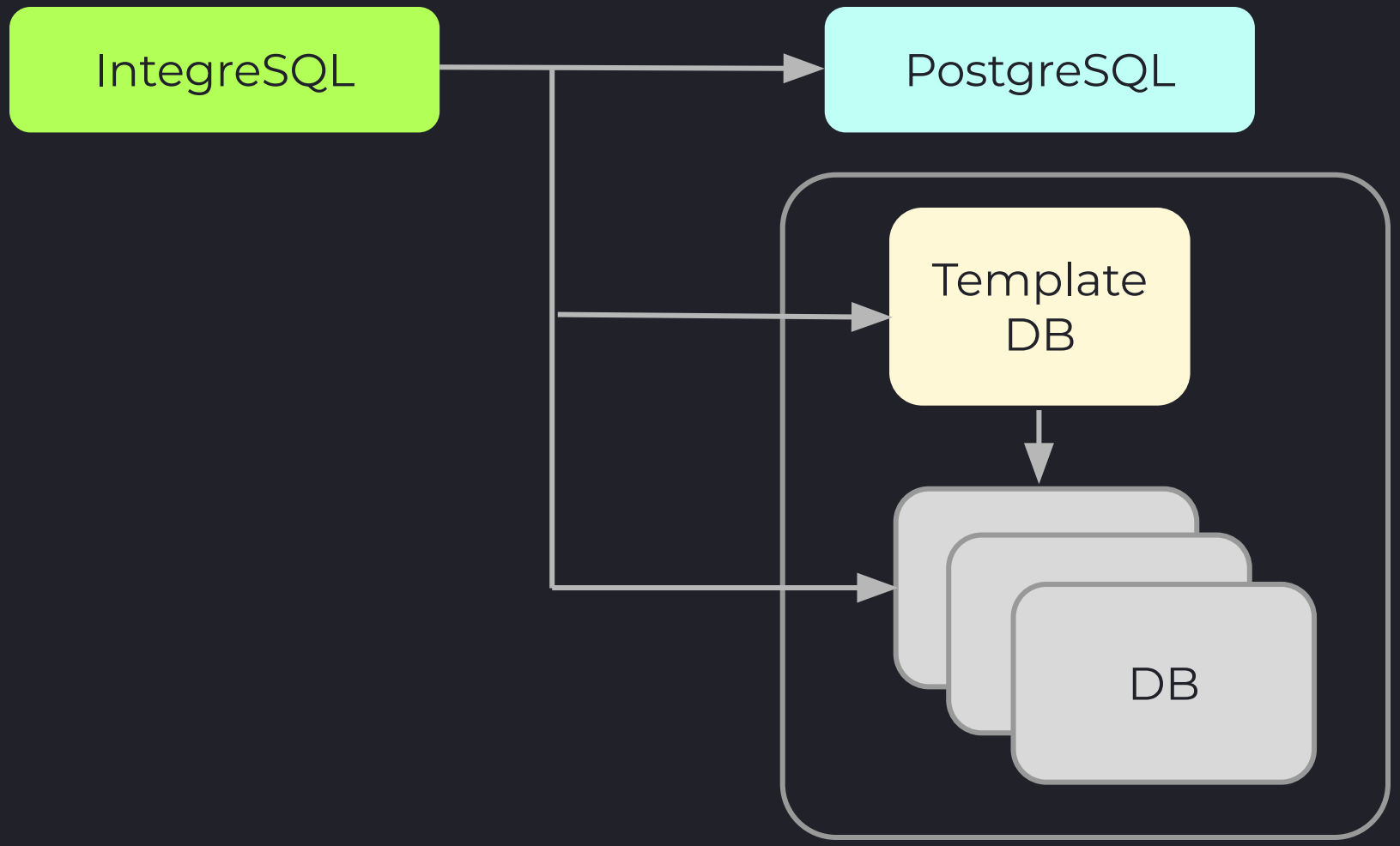
IntegreSQL


allaboutapps / integresql
Type / to search
Code
Issues 7
Pull requests 2
Agents
Actions
Projects
Security and quality
Insights
On April 24 we'll start using GitHub Copilot interaction data for AI model training unless you opt out. Review this update and manage your preferences in your GitHub account settings.
integresql
Public
Watch 12
Fork 16
Star 799
master
6 Branches
3 Tags
Go to file
Add file
Code
majodev Merge pull request #16 from allaboutapps/mr/v1.1.0
9e395cd · 2 years ago
201 Commits
.devcontainer fix toolchain, reenable pipefails, fix linting, cleanup 3 years ago
.github/workflows add github actions multiarch build and publish 2 years ago
.vscode remove unused utils 3 years ago
cmd/server intro zerolog and add proper log statements in pool and ma... 3 years ago
docs rm no longer needed extra md docs 2 years ago
internal WIP docs and changelog, generic timeout handling 2 years ago
pkg WIP docs and changelog, generic timeout handling 2 years ago
tests bump deps 3 years ago
tmp add tmp directory 3 years ago
.dockerignore WIP docs and changelog, generic timeout handling 2 years ago
.drone.yml fix toolchain, reenable pipefails, fix linting, cleanup 3 years ago
.gitignore add tmp directory 3 years ago
.golangci.yml fix toolchain, reenable pipefails, fix linting, cleanup 3 years ago
About
IntegreSQL manages isolated PostgreSQL databases for your integration tests.
go
golang
postgres
server
integration-testing
postgresql
id-allaboutapps-backend
Readme
MIT license
Activity
Custom properties
799 stars
12 watching
16 forks
Report repository
Releases 1
v1.1.0 Latest
on Jan 31, 2024
Packages 1

IntegreSQL

- Server with REST API
- Docker container
- PostgreSQL
- Clients:
  - Go: integresql-client-go by Nick Müller - @MorpheusXAUT
  - Python: integresql-client-python by Marcin Sztolcman - @msztolcman
  - .NET: IntegreSQL.EF by Artur Drobinskiy - @Shaddix
  - JavaScript/TypeScript: @devoxa/integresql-client by Devoxa - @devoxa

IntegreSQL



Postgres TEMPLATE

```sql
-- 1. Создать базу
CREATE DATABASE tmp_db;
-- ... применить миграции к tmp_db ...

-- 2. Закрыть все соединения и запретить новые
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'tmp_db';

-- 3. Пометить как шаблон
UPDATE pg_database SET datistemplate = true WHERE datname = 'tmp_db';

-- 4. Создание из шаблона
CREATE DATABASE testdb_001 TEMPLATE tmp_db;
```

Что происходит при создании?

```
psql test_db
```

Что происходит при создании?

```
psql test_db

migration_001.sql
migration_002.sql
...
migration_200.sql
```

Что происходит при создании?

1

Парсинг, анализ
и планирование каждого
SQL стейтмента

Что происходит при создании?

1

Парсинг, анализ
и планирование каждого
SQL стейтмента

2

Вставки в каталоги:
pg_class, pg_attribute,
pg_type, pg_constraint,
pg_index, ...

Что происходит при создании?

1

Парсинг, анализ
и планирование каждого
SQL стейтмента

2

Вставки в каталоги:
pg_class, pg_attribute,
pg_type, pg_constraint,
pg_index, ...

3

Построение индексов:
скан+сортировка+
запись Btree страниц

Что происходит при создании?

1

Парсинг, анализ
и планирование каждого
SQL стейтмента

2

Вставки в каталоги:
pg_class, pg_attribute,
pg_type, pg_constraint,
pg_index, ...

3

Построение индексов:
скан+сортировка+
запись Btree страниц

4

Проверка значений PK,
Unique, FK, CHECK

Что происходит при создании?

1

Парсинг, анализ
и планирование каждого
SQL стейтмента

2

Вставки в каталоги:
pg_class, pg_attribute,
pg_type, pg_constraint,
pg_index, ...

3

Построение индексов:
скан+сортировка+
запись Btree страниц

4

Проверка значений PK,
Unique, FK, CHECK

5

Срабатывание триггеров
на вставках

Что происходит при создании?

1

Парсинг, анализ
и планирование каждого
SQL стейтмента

2

Вставки в каталоги:
pg_class, pg_attribute,
pg_type, pg_constraint,
pg_index, ...

3

Построение индексов:
скан+сортировка+
запись Btree страниц

4

Проверка значений PK,
Unique, FK, CHECK

5

Срабатывание триггеров
на вставках

6

Блокировки...

Итог

Сотни/тысячи изменений системных каталогов БД

Кэши, индексы, проверки на целостность

Каждый раз на каждую БД для каждого теста

Что делает CREATE TEMPLATE?

- base/
- —— 16384
- —— 16385
- —— 16386

Что делает CREATE TEMPLATE?

- base/
- —— 16384 - файлы БД 1
- —— 16385 - файлы БД 2
- —— 16386

Что делает CREATE TEMPLATE?

1. Создает новый OID
2. Создает новый каталог базы
3. Копирует файлы шаблонной БД
4. Регистрирует новую БД в pg_database

Template strategy – FILE_COPY

Копируются каталоги целиком на уровне файловой системы

Требуется checkpoint до и после операции

Template strategy – WAL_LOG

Страницы копируются и пишутся в WAL

Template strategy – WAL_LOG

template_db

↓

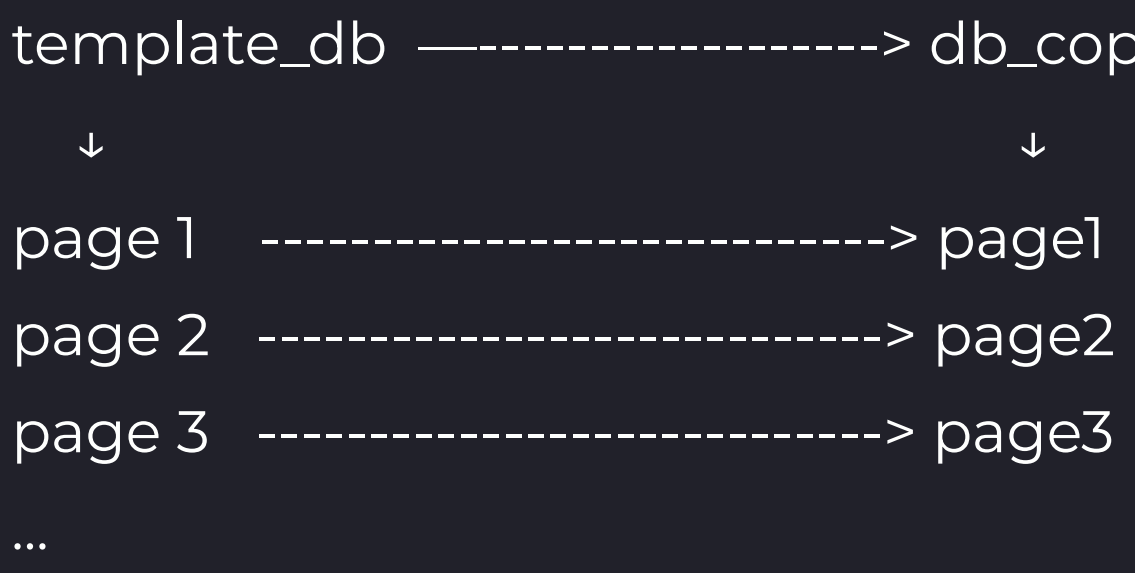
page 1

page 2

page 3

...

Template strategy – WAL_LOG



Где какая лучше?

На больших базах данных FILE_COPY лучше себя показывает

WAL лучше на небольших

Ограничения

Ограничения

Нельзя иметь активные
подключения к template

Ограничения

- Нельзя иметь активные подключения к template
- Базы данных не связаны – после копирования, добавленные в template данные не перенесутся в копию

Ограничения

Нельзя иметь активные подключения к template

Базы данных не связаны – после копирования, добавленные в template данные не перенесутся в копию

Нельзя выполнить копирование внутри транзакции

Ограничения

Нельзя иметь активные подключения к template

Базы данных не связаны – после копирования, добавленные в template данные не перенесутся в копию

Нельзя выполнить копирование внутри транзакции

Некоторые расширения или внешние компоненты могут хранить состояние вне базы

Ограничения

Нельзя иметь активные подключения к template

Базы данных не связаны – после копирования, добавленные в template данные не перенесутся в копию

Нельзя выполнить копирование внутри транзакции

Некоторые расширения или внешние компоненты могут хранить состояние вне базы

Нет инкрементального клонирования (обновления после первого копирования нельзя “довезти”)

Ограничения

Нельзя иметь активные подключения к template

Базы данных не связаны – после копирования, добавленные в template данные не перенесутся в копию

Нельзя выполнить копирование внутри транзакции

Некоторые расширения или внешние компоненты могут хранить состояние вне базы

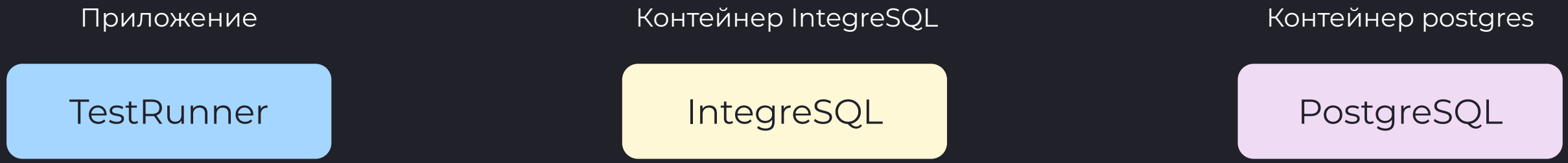
Нет инкрементального клонирования (обновления после первого копирования нельзя “довезти”)

Не копируются GRANT права оригинальной БД, права будут дефолтные

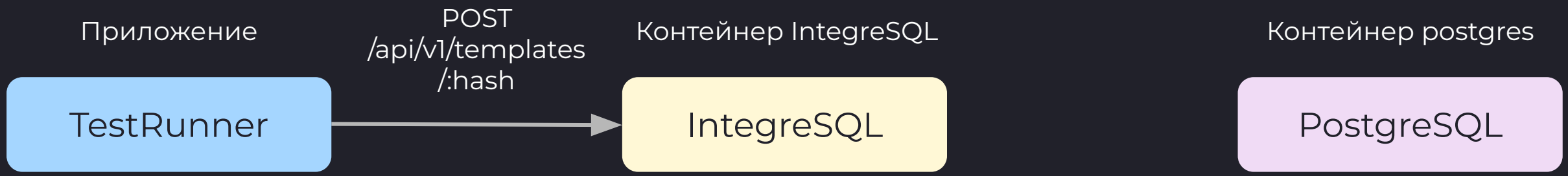
IntegreSQL

	Name	Container ID	Image
●	testcontainers-ryuk-3979fceb-670a-4350-9312-9933b8761881	7240d7140390	testcontainers/ryuk:0.9.0
●	tender_euler	84acfc730f42	postgres:16-alpine
●	friendly_bhabha	72779fe8a3ba	allaboutapps/integresql:latest

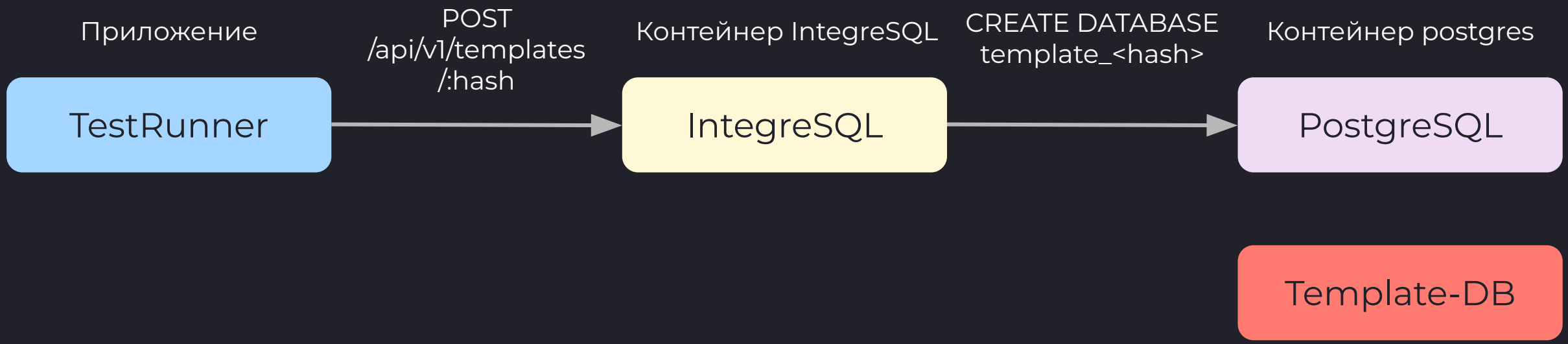
IntegreSQL


Приложение
Контейнер IntegreSQL
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL

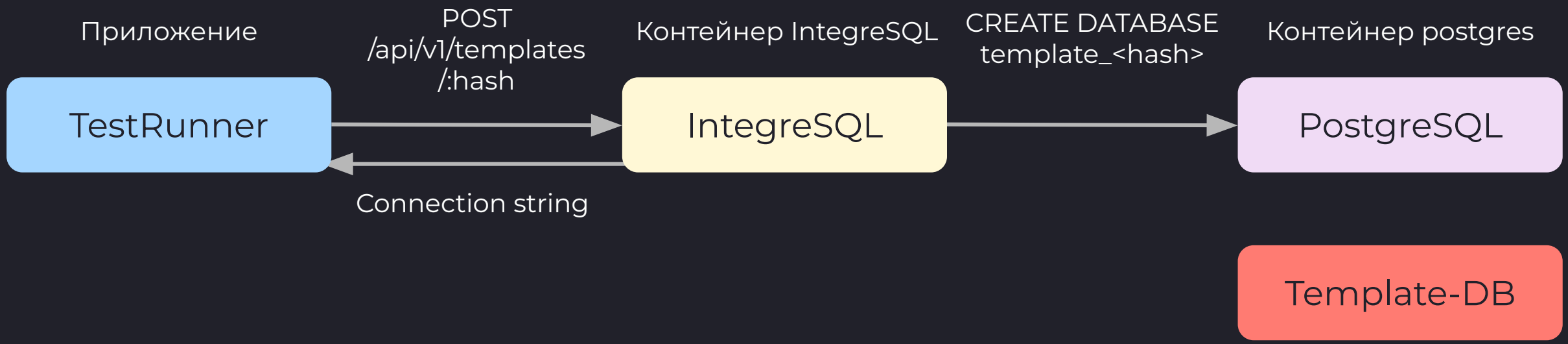
IntegreSQL


Приложение
POST
/api/v1/templates
/:hash
Контейнер IntegreSQL
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL

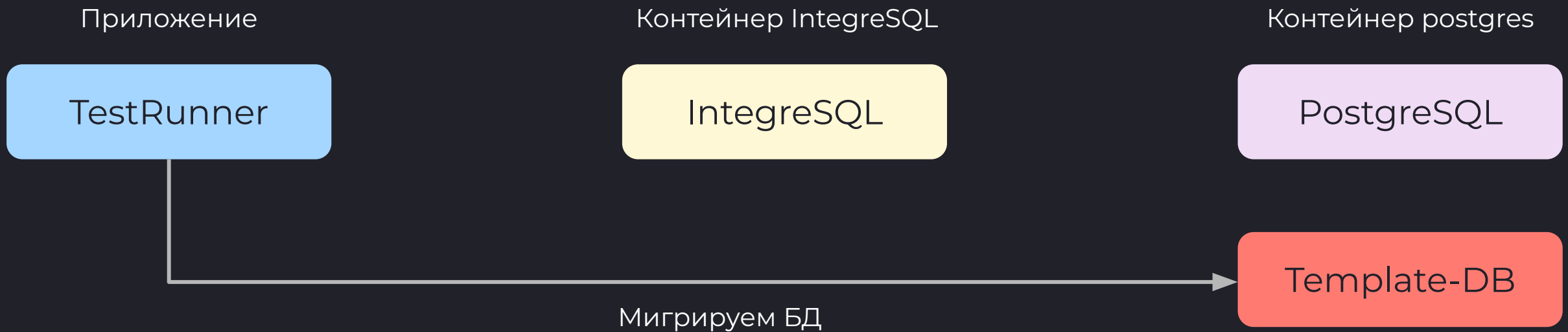
IntegreSQL


Приложение
POST
/api/v1/templates
/:hash
Контейнер IntegreSQL
CREATE DATABASE
template_<hash>
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Template-DB

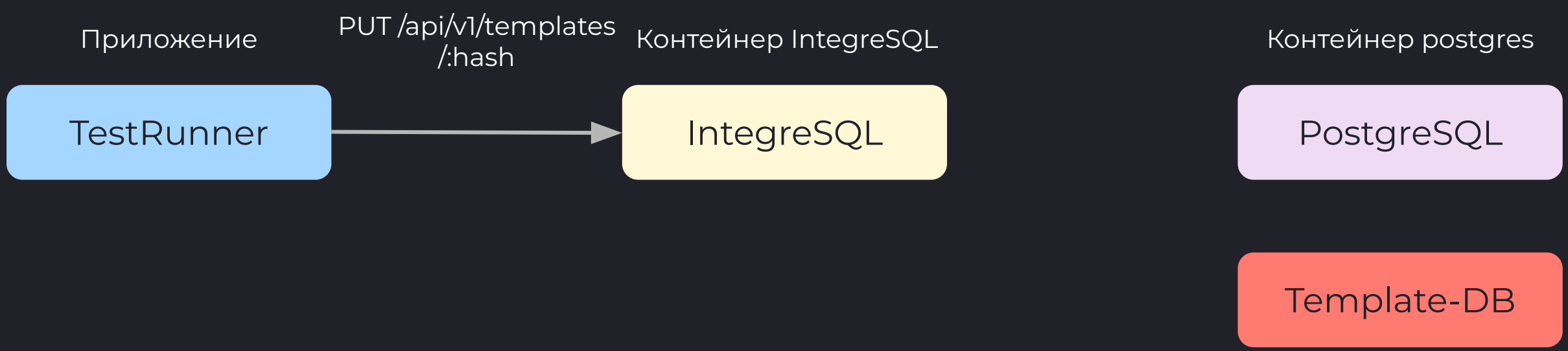
IntegreSQL


Приложение
POST
/api/v1/templates
/:hash
Контейнер IntegreSQL
CREATE DATABASE
template_<hash>
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Connection string
Template-DB

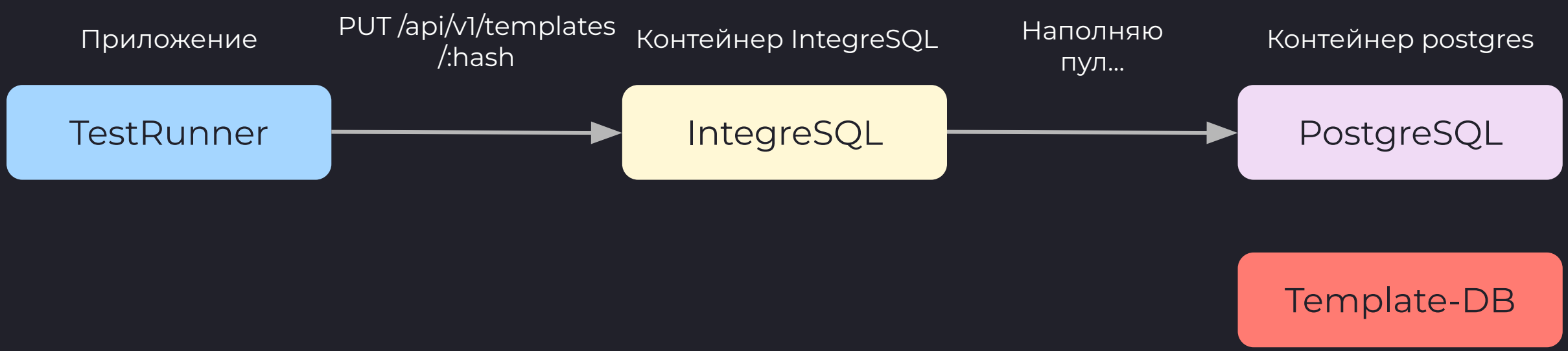
IntegreSQL


Приложение
Контейнер IntegreSQL
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Template-DB
Мигрируем БД

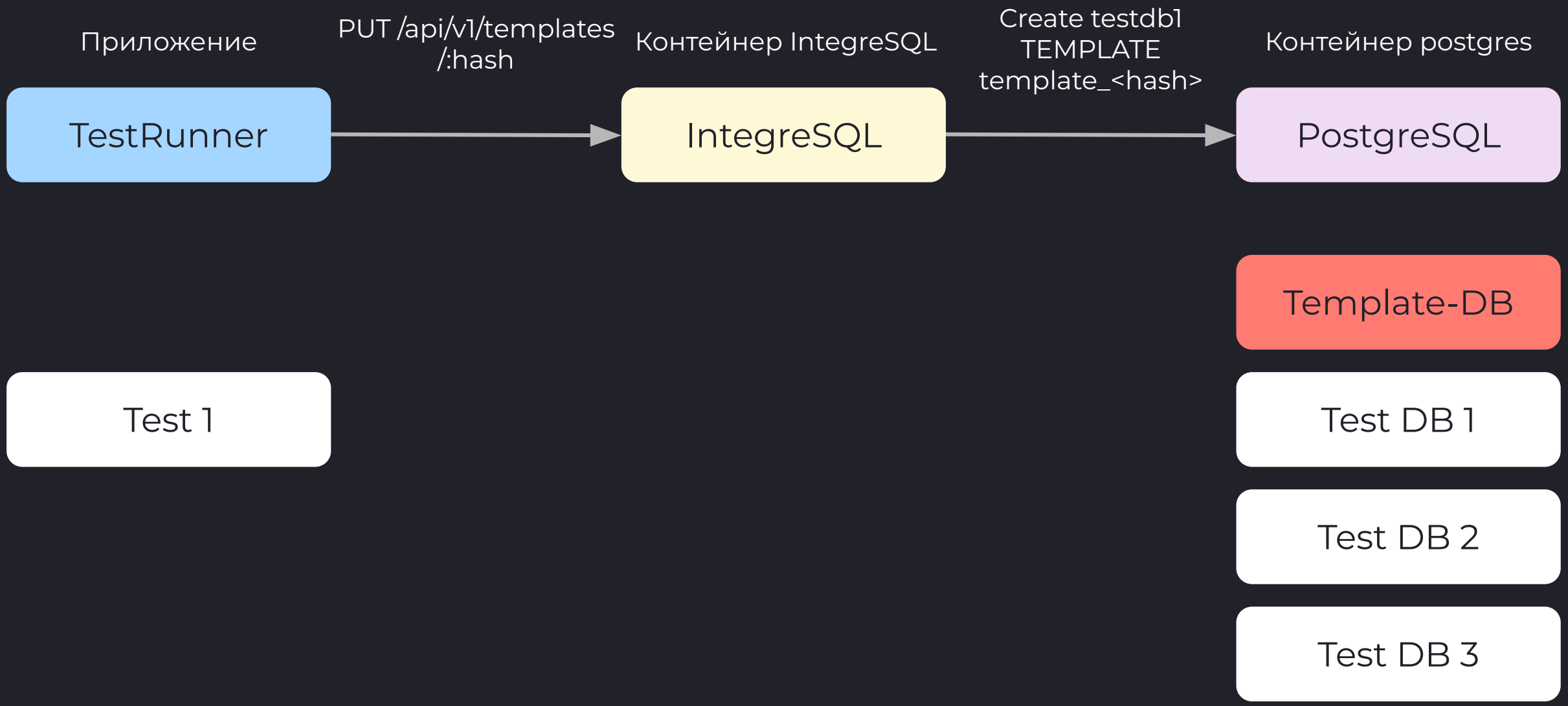
IntegreSQL


Приложение
PUT /api/v1/templates
/:hash
Контейнер IntegreSQL
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Template-DB

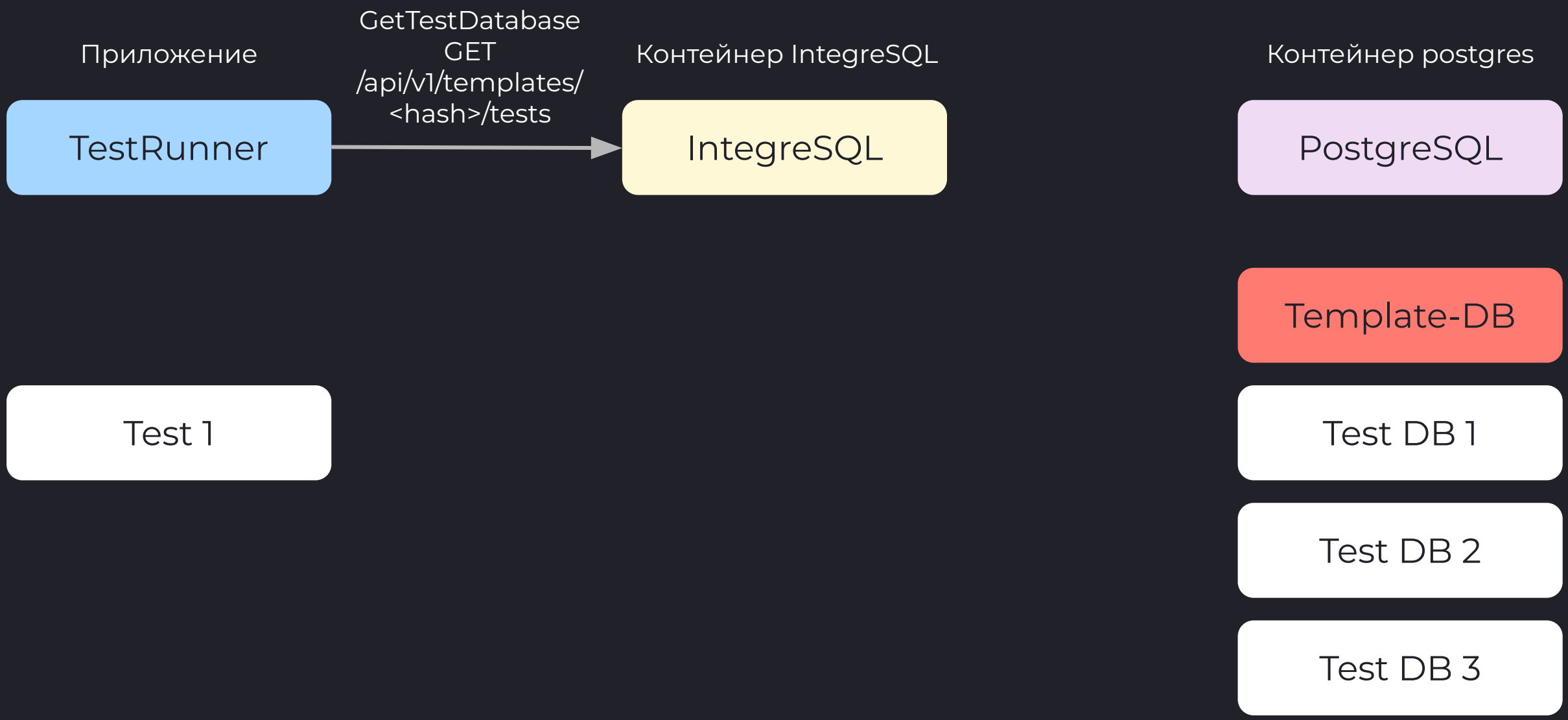
IntegreSQL


Приложение
PUT /api/v1/templates /:hash
Контейнер IntegreSQL
Наполняю пул...
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Template-DB

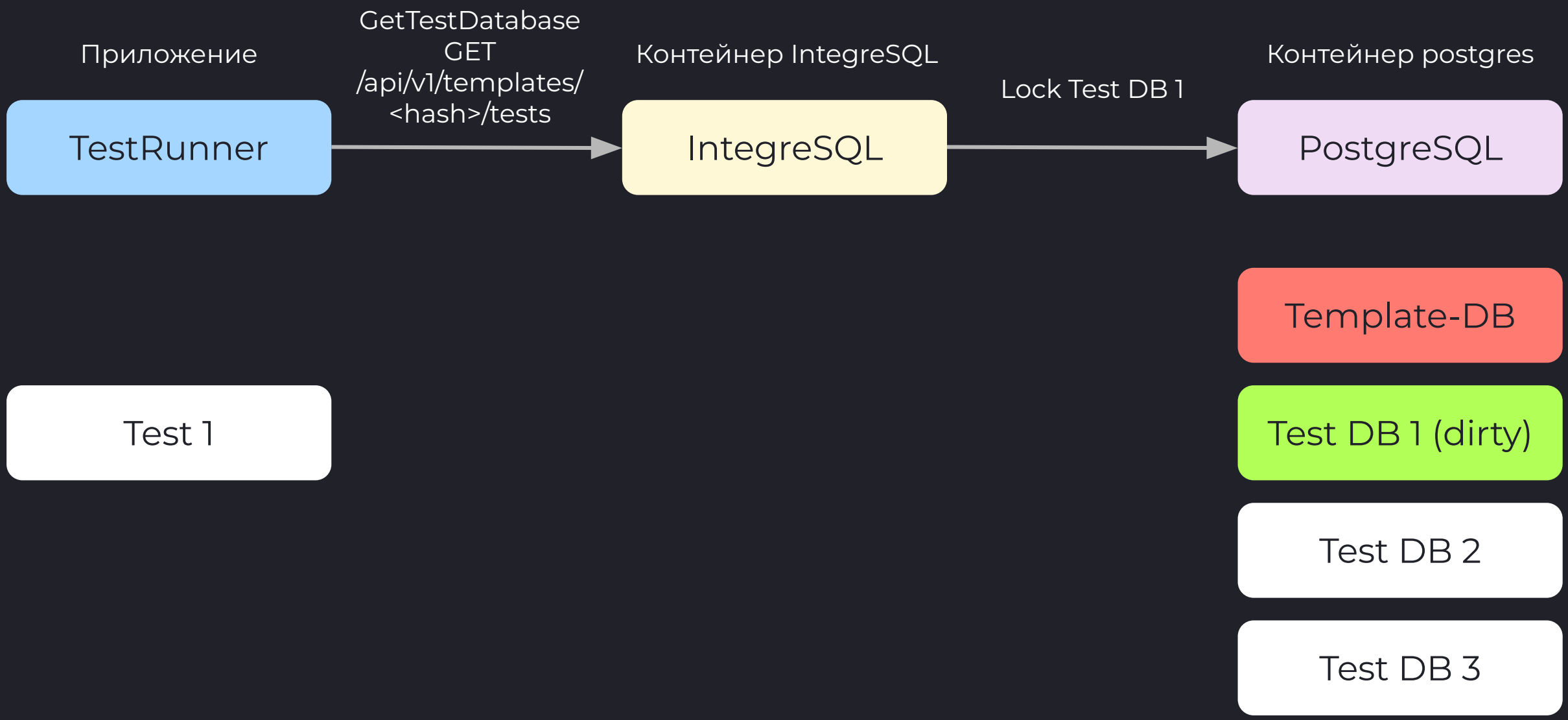
IntegreSQL


Приложение
PUT /api/v1/templates /:hash
Контейнер IntegreSQL
Create testdb1 TEMPLATE template_<hash>
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Template-DB
Test 1
Test DB 1
Test DB 2
Test DB 3

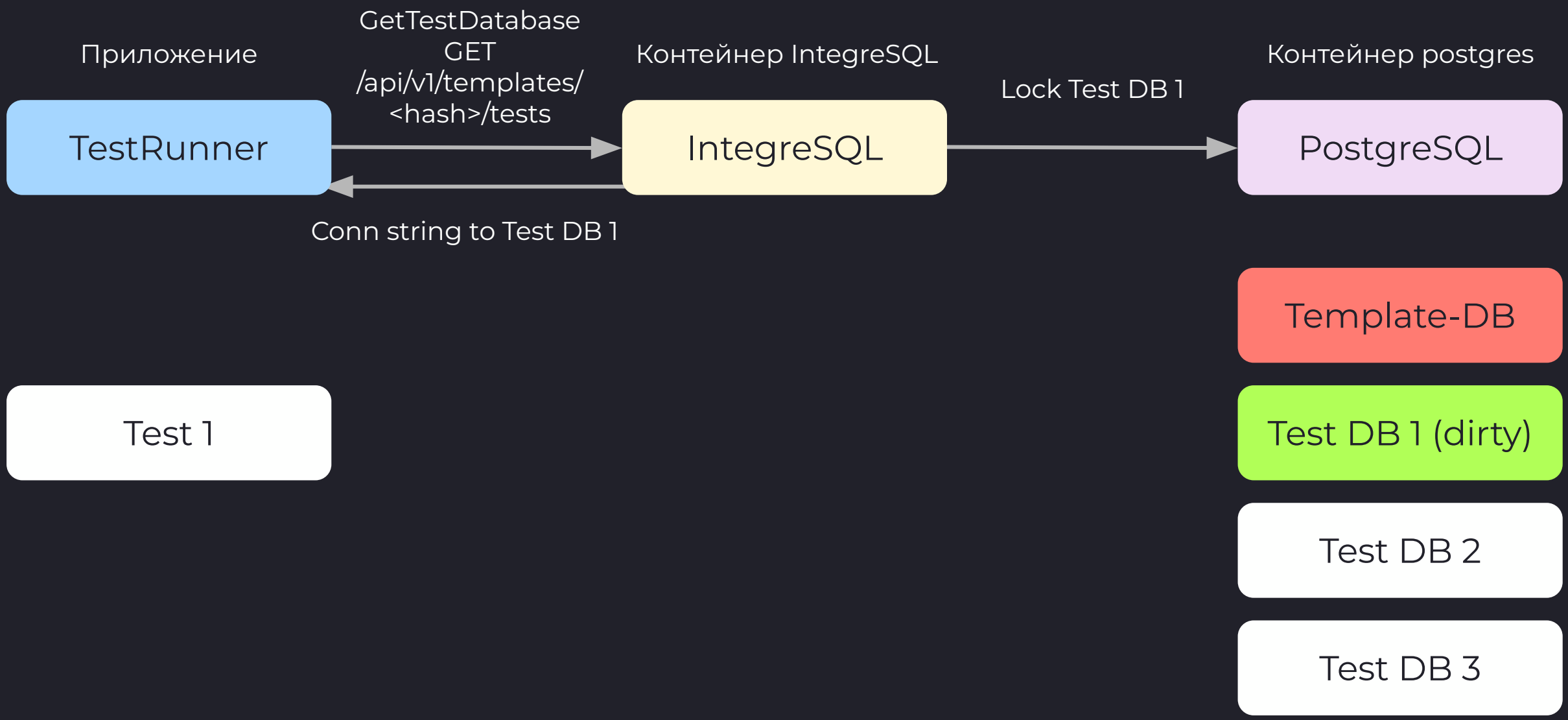
IntegreSQL


Приложение
GetTestDatabase
GET
/api/v1/templates/
<hash>/tests
Контейнер IntegreSQL
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Template-DB
Test 1
Test DB 1
Test DB 2
Test DB 3

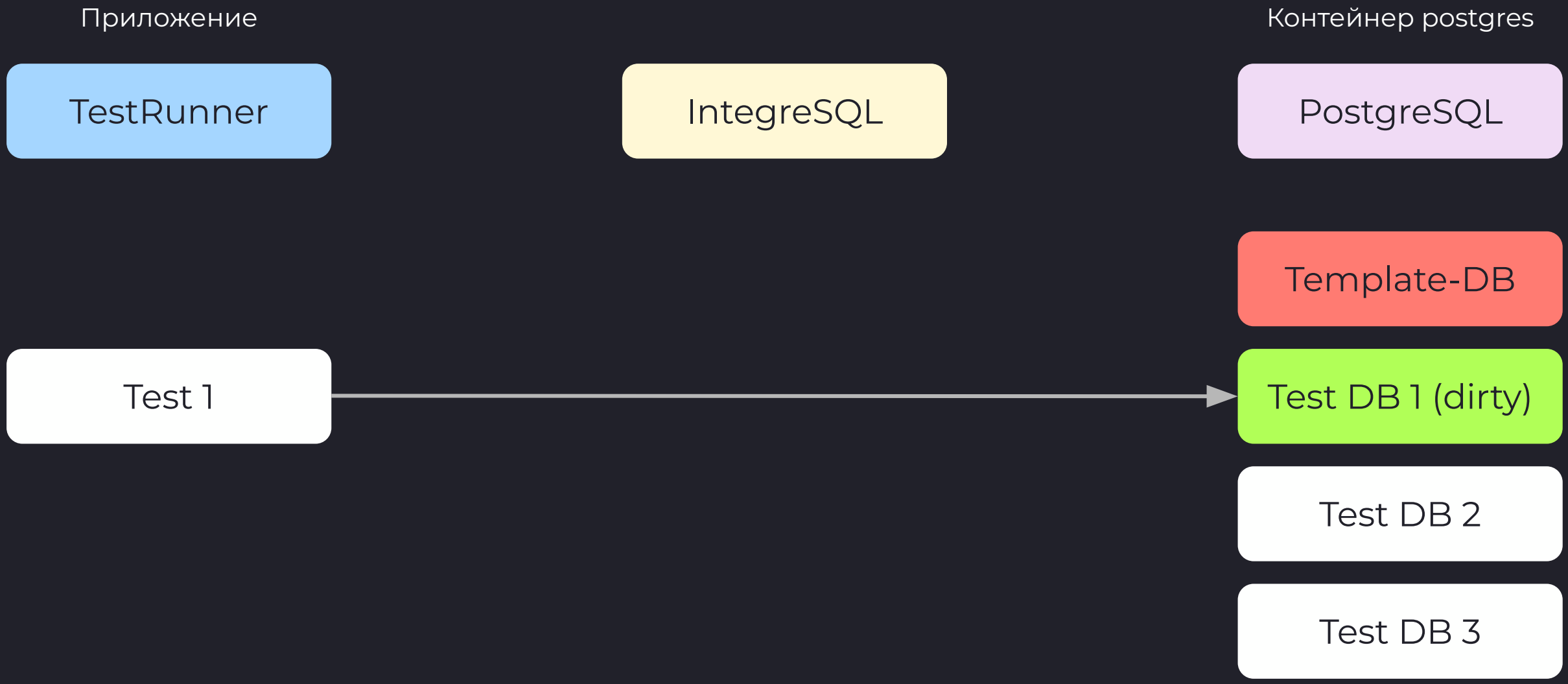
IntegreSQL


Приложение
GetTestDatabase
GET
/api/v1/templates/
<hash>/tests
Контейнер IntegreSQL
Lock Test DB 1
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Template-DB
Test 1
Test DB 1 (dirty)
Test DB 2
Test DB 3

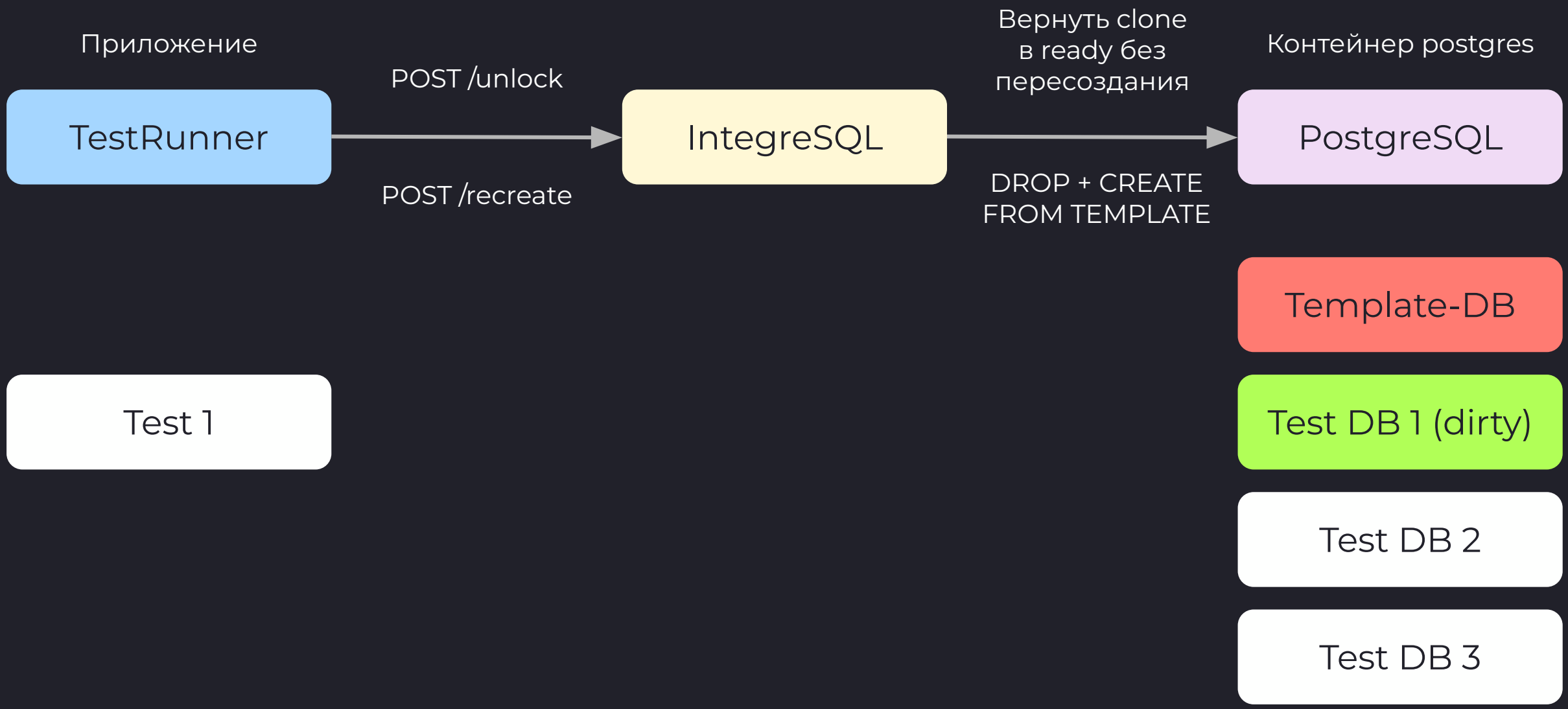
IntegreSQL


Приложение
GetTestDatabase
GET
/api/v1/templates/
<hash>/tests
Контейнер IntegreSQL
Lock Test DB 1
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Conn string to Test DB 1
Template-DB
Test 1
Test DB 1 (dirty)
Test DB 2
Test DB 3

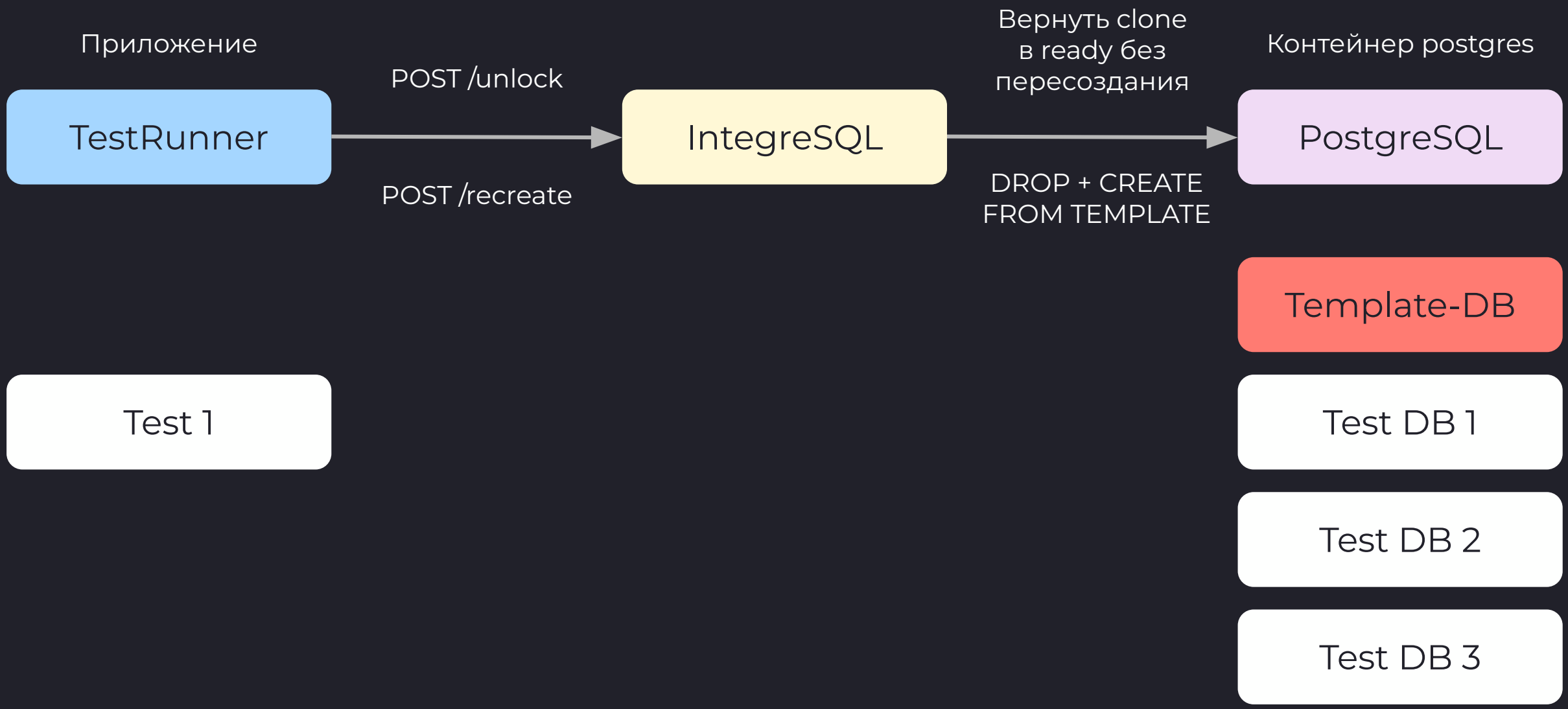
IntegreSQL


Приложение
Контейнер postgres
TestRunner
IntegreSQL
PostgreSQL
Template-DB
Test 1
Test DB 1 (dirty)
Test DB 2
Test DB 3

IntegreSQL


Приложение
TestRunner
POST /unlock
POST /recreate
IntegreSQL
Вернуть clone
в ready без
пересоздания
DROP + CREATE
FROM TEMPLATE
Контейнер postgres
PostgreSQL
Template-DB
Test DB 1 (dirty)
Test DB 2
Test DB 3
Test 1

IntegreSQL


Приложение
TestRunner
POST /unlock
POST /recreate
IntegreSQL
Вернуть clone
в ready без
пересоздания
DROP + CREATE
FROM TEMPLATE
Контейнер postgres
PostgreSQL
Template-DB
Test DB 1
Test DB 2
Test DB 3
Test 1

IntegreSQL – код

```
private static readonly DatabaseSeedingOptions<ShopDbContext> SeedingOptions =
    new(
        DbContextFactory: opts => new ShopDbContext(opts),
        SeedingFunction: async ctx =>
        {
            await ctx.Database.MigrateAsync();
           // … код сидирования
        }
    );
```

IntegreSQL – код

```
// Поднять контейнеры PostgreSQL и IntegreSQL (через Testcontainers)
// ... pgContainer, integresqlContainer ...

// Создать клиента
var initializer = new NpgsqlDatabaseInitializer(
    integreSqlUri: new Uri($"http://localhost:{integresqlPort}/api/v1/"),
    connectionStringOverride: new ConnectionStringOverride
    {
        Host = "localhost",                    // тесты на хосте видят postgres так
        Port = pgPort,
    });
```

IntegreSQL – код

```
public abstract class AppServiceTestBase : IAsyncLifetime
{
    private NpgsqlDatabaseInitializer _initializer = null!;
    private string _connectionString = null!;
    protected ShopDbContext Context { get; private set; } = null!;

    public async Task InitializeAsync()
    {
        _initializer = await IntegresSqlManager.GetAsync();

        // GET /api/v1/templates/:hash/tests — клон из пула (~50 мс)
        _connectionString = await _initializer
            .CreateDatabaseGetConnectionString<ShopDbContext>(SeedingOptions);

        var options = new DbContextOptionsBuilder<ShopDbContext>()
            .UseNpgsql(_connectionString).Options;
        Context = new ShopDbContext(options);
    }

    public async Task DisposeAsync()
    {
        await Context.DisposeAsync();

        // POST /api/v1/templates/:hash/tests/:id/recreate (DropDatabaseOnRemove=true)
        await _initializer.RemoveDatabase(_connectionString);
    }
}
```

IntegreSQL – код

```
public abstract class AppServiceTestBase : IAsyncLifetime
{
    private NpgsqlDatabaseInitializer _initializer = null!;
    private string _connectionString = null!;
    protected ShopDbContext Context { get; private set; } = null!;

    public async Task InitializeAsync()
    {
        _initializer = await IntegresSqlManager.GetAsync();

        // GET /api/v1/templates/:hash/tests — клон из пула (~50 мс)
        _connectionString = await _initializer
            .CreateDatabaseGetConnectionString<ShopDbContext>(SeedingOptions);

        var options = new DbContextOptionsBuilder<ShopDbContext>()
            .UseNpgsql(_connectionString).Options;
        Context = new ShopDbContext(options);
    }

    public async Task DisposeAsync()
    {
        await Context.DisposeAsync();

        // POST /api/v1/templates/:hash/tests/:id/recreate (DropDatabaseOnRemove=true)
        await _initializer.RemoveDatabase(_connectionString);
    }
}
```

IntegreSQL – код

```
public abstract class AppServiceTestBase : IAsyncLifetime
{
    private NpgsqlDatabaseInitializer _initializer = null!;
    private string _connectionString = null!;
    protected ShopDbContext Context { get; private set; } = null!;

    public async Task InitializeAsync()
    {
        _initializer = await IntegresSqlManager.GetAsync();

        // GET /api/v1/templates/:hash/tests – клон из пула (~50 мс)
        _connectionString = await _initializer
            .CreateDatabaseGetConnectionString<ShopDbContext>(SeedingOptions);

        var options = new DbContextOptionsBuilder<ShopDbContext>()
            .UseNpgsql(_connectionString).Options;
        Context = new ShopDbContext(options);
    }

    public async Task DisposeAsync()
    {
        await Context.DisposeAsync();

        // POST /api/v1/templates/:hash/tests/:id/recreate (DropDatabaseOnRemove=true)
        await _initializer.RemoveDatabase(_connectionString);
    }
}
```

IntegreSQL – код

```
public class ProductServiceTests : AppServiceTestBase
{
    [Fact]
    public async Task Add_NewProduct_PersistsAndReturnsId()
    {
        var service = new ProductService(new ProductRepository(Context));

        var id = await service.AddAsync(new ProductDto { Name = "Phone", Price = 100 });

        var saved = await Context.Products.FindAsync(id);
        Assert.Equal("Phone", saved!.Name);
    }
}
```

Бенчмарк

Бенчмарк – сценарии измерений

- **Кол-во тестов** – как растёт время с числом тестов

Бенчмарк – сценарии измерений

- **Кол-во тестов** – как растёт время с числом тестов
- **Кол-во миграций** – как дорожает изоляция с ростом схемы и времени миграции

Бенчмарк – сценарии измерений

- **Кол-во тестов** – как растёт время с числом тестов
- **Кол-во миграций** – как дорожает изоляция с ростом схемы и времени миграции
- **Параллелизм** – какой прирост производительности дает параллельное выполнение

Бенчмарк

- .NET Core 8 Web Api
- 7 сущностей в БД - Categories, Customers, Discounts, Orders, Products, Reviews, Suppliers
- Тесты с DbContext напрямую в тестируемом сервисе и интеграционные тесты с полным хостом
- 195 базовых тестов на сервис, плюс множитель*
- 17 реальных и 100 сгенерированных миграций

Бенчмарк – сценарии тестов

```
[Fact]
public async Task GetAll_WhenOrdersExist_Returns200WithOrders()
{
    await CreateOrderWithProductAsync();
    await CreateOrderWithProductAsync();

    var response = await Client.GetAsync("/api/orders");
    var orders = await response.Content.ReadFromJsonAsync<List<OrderDto>>();

    Assert.Equal(HttpStatusCode.OK, response.StatusCode);
    Assert.Equal(2, orders!.Count);
}
```

Бенчмарк – сценарии тестов

```
/// <summary>
/// Создаёт категорию, обновляет через PUT, проверяет GET, удаляет — полный HTTP-цикл.
/// </summary>
[Fact]
public async Task CreateUpdateDelete_VerifyEachStep_AllPersist()
{
    var created = await CreateCategoryAsync("Спорт");

    var putResp = await Client.PutAsJsonAsync($"/api/categories/{created.Id}",
        new UpdateCategoryRequest { Name = "Спорт и фитнес", Description = "Обновлено" });
    Assert.Equal(HttpStatusCode.OK, putResp.StatusCode);
    var updated = await putResp.Content.ReadFromJsonAsync<CategoryDto>();
    Assert.Equal("Спорт и фитнес", updated!.Name);

    var getResp = await Client.GetAsync($"/api/categories/{created.Id}");
    var fetched = await getResp.Content.ReadFromJsonAsync<CategoryDto>();
    Assert.Equal("Спорт и фитнес", fetched!.Name);

    var delResp = await Client.DeleteAsync($"/api/categories/{created.Id}");
    Assert.Equal(HttpStatusCode.NoContent, delResp.StatusCode);
    Assert.Equal(HttpStatusCode.NotFound, (await Client.GetAsync($"/api/categories/{created.Id}")).StatusCode);

    // benchmark: искусственное увеличение продолжительности теста и объёма работы с БД
    for (var i = 0; i < 4; i++)
    {
        var extra = await CreateCategoryAsync($"Доп кат {i}");
        await Client.PutAsJsonAsync($"/api/categories/{extra.Id}",
            new UpdateCategoryRequest { Name = $"Доп кат {i} v2" });
        await Client.GetAsync($"/api/categories/{extra.Id}");
    }
    await Client.GetAsync("/api/categories");
}
```

Бенчмарк – множитель тестов

Бенчмарк – множитель тестов

Можно было бы подойти со стороны [Theory], но это не увеличивает количество тест классов, и нагрузка растет неравномерно – просто увеличивается один тест класс, и это даст преимущество в некоторых подходах там, где, например, создается один контейнер на тест класс

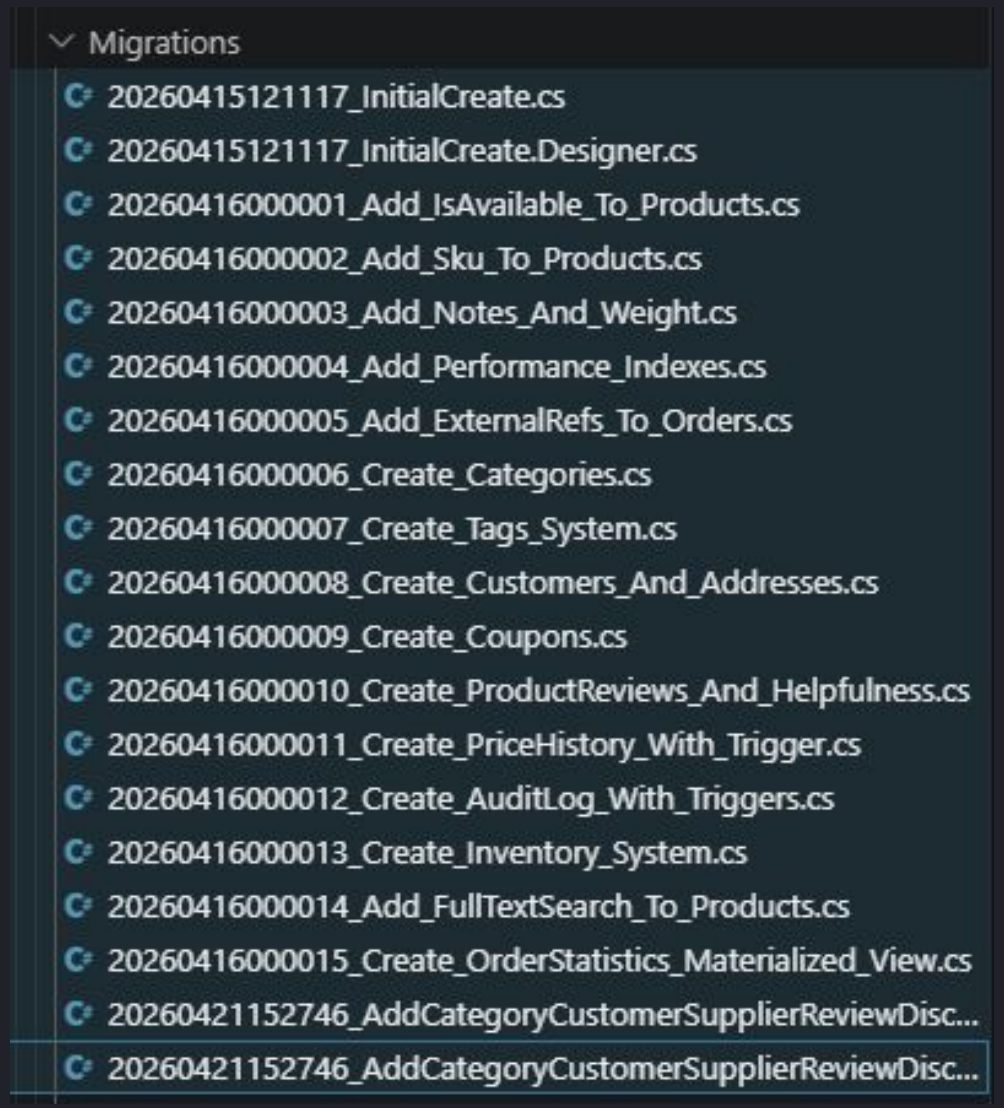
Бенчмарк – множитель тестов

- ScaleManager в бенчмарке находит пути до необходимых тестов
- По заданному **scaleFactor** копирует исходные тесты необходимое количество раз меняя имя и наследуя оригинальные тесты

```
public class ProductServiceTests_2 : ProductServiceTests { ... }
public class ProductServiceTests_3 : ProductServiceTests { ... }
public class ProductServiceTests_4 : ProductServiceTests { ... }
public class ProductServiceTests_5 : ProductServiceTests { ... }
```

Бенчмарк – миграции

17 обычных миграций которые добавляют вышеупомянутые сущности (в некоторых правда происходит вайбкод)



Бенчмарк – миграции

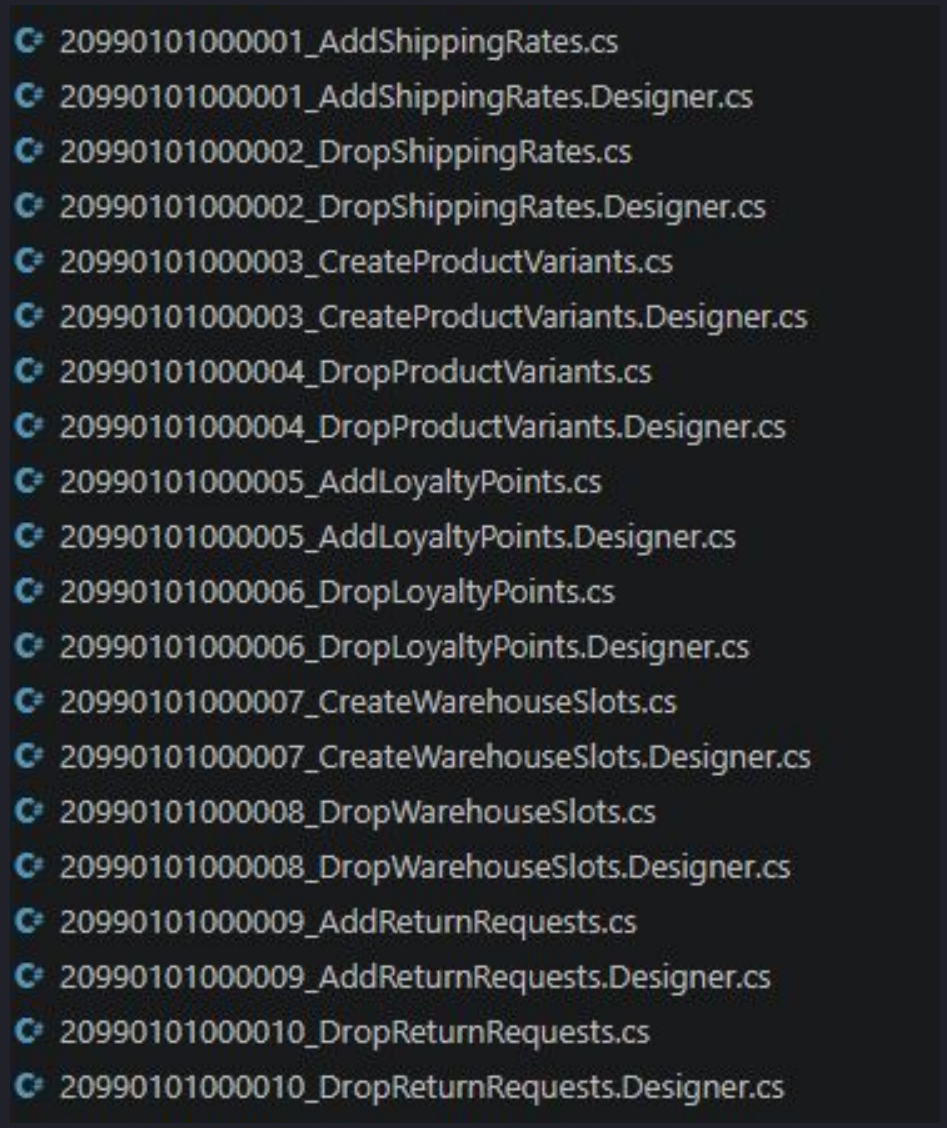
```
namespace FastIntegrationTests.Infrastructure.Migrations
{
    /// <inheritdoc />
    public partial class InitialCreate : Migration
    {
        /// <inheritdoc />
        protected override void Up(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.CreateTable(
                name: "Orders",
                columns: table => new
                {
                    Id = table.Column<int>(type: "integer", nullable: false)
                        .Annotation("Npgsql:ValueGenerationStrategy", NpgsqlValueGenerationStrategy.IdentityByDefaultColumn),
                    CreatedAt = table.Column<DateTime>(type: "timestamp with time zone", nullable: false),
                    Status = table.Column<int>(type: "integer", nullable: false),
                    TotalAmount = table.Column<decimal>(type: "numeric(18,2)", nullable: false)
                },
                constraints: table =>
                {
                    table.PrimaryKey("PK_Orders", x => x.Id);
                });

            migrationBuilder.CreateTable(
                name: "Products",
                columns: table => new
                {
                    Id = table.Column<int>(type: "integer", nullable: false)
                        .Annotation("Npgsql:ValueGenerationStrategy", NpgsqlValueGenerationStrategy.IdentityByDefaultColumn),
                    Name = table.Column<string>(type: "character varying(200)", maxLength: 200, nullable: false),
                    Description = table.Column<string>(type: "character varying(1000)", maxLength: 1000, nullable: false),
                    Price = table.Column<decimal>(type: "numeric(18,2)", nullable: false),
                    CreatedAt = table.Column<DateTime>(type: "timestamp with time zone", nullable: false)
                },
                constraints: table =>
                {
                    table.PrimaryKey("PK_Products", x => x.Id);
                });

            migrationBuilder.CreateTable(
...
```

Бенчмарк – миграции

```
namespace FastIntegrationTests.Infrastructure.Migrations
{
    /// <summary>
    /// Create_Categories
    /// </summary>
    [Migration("20260416000006_Create_Categories")]
    public partial class Create_Categories : Migration
    {
        /// <inheritdoc />
        protected override void Up(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(@"
CREATE TABLE ""Categories"" (
    ""Id"" serial PRIMARY KEY,
    ""Name"" varchar(200) NOT NULL,
    ""Slug"" varchar(200) NOT NULL,
    ""ParentId"" integer NULL REFERENCES ""Categories""(""Id"") ON DELETE SET NULL,
    ""SortOrder"" integer NOT NULL DEFAULT 0,
    ""CreatedAt"" timestamp with time zone NOT NULL DEFAULT now()
);
CREATE UNIQUE INDEX ""IX_Categories_Slug"" ON ""Categories"" (""Slug"");
CREATE INDEX ""IX_Categories_ParentId"" ON ""Categories"" (""ParentId"");

CREATE TABLE ""ProductCategories"" (
    ""ProductId"" integer NOT NULL REFERENCES ""Products""(""Id"") ON DELETE CASCADE,
    ""CategoryId"" integer NOT NULL REFERENCES ""Categories""(""Id"") ON DELETE CASCADE,
    PRIMARY KEY (""ProductId"", ""CategoryId"")
);
CREATE INDEX ""IX_ProductCategories_CategoryId"" ON ""ProductCategories"" (""CategoryId"");
");
        }

        /// <inheritdoc />
        protected override void Down(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(@"
DROP TABLE IF EXISTS ""ProductCategories"";
DROP TABLE IF EXISTS ""Categories"";
");
        }
    }
}
```

Бенчмарк – миграции для нагрузки

100 сгенерированных парных миграций для симуляции линейного роста времени выполнения миграций



Бенчмарк – миграции для нагрузки

```
namespace FastIntegrationTests.Infrastructure.Migrations
{
    /// <inheritdoc />
    public partial class AddShippingRates : Migration
    {
        /// <inheritdoc />
        protected override void Up(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(
                @"CREATE TABLE load_tmp_001 (
    id         SERIAL       PRIMARY KEY,
    code       VARCHAR(20)  NOT NULL,
    name       VARCHAR(100) NOT NULL,
    created_at TIMESTAMP    NOT NULL DEFAULT NOW()
);
INSERT INTO load_tmp_001 (code, name)
SELECT 'CODE_' || gs, 'Value ' || gs
FROM generate_series(1, 300) gs;");
        }

        /// <inheritdoc />
        protected override void Down(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(
                @"DROP TABLE IF EXISTS load_tmp_001;");
        }
    }
}
```

Бенчмарк – миграции для нагрузки

```
namespace FastIntegrationTests.Infrastructure.Migrations
{
    /// <inheritdoc />
    public partial class AddShippingRates : Migration
    {
        /// <inheritdoc />
        protected override void Up(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(
                @"CREATE TABLE load_tmp_001 (
    id         SERIAL       PRIMARY KEY,
    code       VARCHAR(20)  NOT NULL,
    name       VARCHAR(100) NOT NULL,
    created_at TIMESTAMP    NOT NULL DEFAULT NOW()
);
INSERT INTO load_tmp_001 (code, name)
SELECT 'CODE_' || gs, 'Value ' || gs
FROM generate_series(1, 300) gs;");
        }

        /// <inheritdoc />
        protected override void Down(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(
                @"DROP TABLE IF EXISTS load_tmp_001;");
        }
    }
}
```

Бенчмарк – миграции для нагрузки

```
namespace FastIntegrationTests.Infrastructure.Migrations
{
    /// <inheritdoc />
    public partial class AddShippingRates : Migration
    {
        /// <inheritdoc />
        protected override void Up(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(
                @"CREATE TABLE load_tmp_001 (
    id         SERIAL       PRIMARY KEY,
    code       VARCHAR(20)  NOT NULL,
    name       VARCHAR(100) NOT NULL,
    created_at TIMESTAMP    NOT NULL DEFAULT NOW()
);
INSERT INTO load_tmp_001 (code, name)
SELECT 'CODE_' || gs, 'Value ' || gs
FROM generate_series(1, 300) gs;");
        }

        /// <inheritdoc />
        protected override void Down(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(
                @"DROP TABLE IF EXISTS load_tmp_001;");
        }
    }
}
```

Бенчмарк – миграции для нагрузки

```
namespace FastIntegrationTests.Infrastructure.Migrations
{
    /// <inheritdoc />
    public partial class DropShippingRates : Migration
    {
        /// <inheritdoc />
        protected override void Up(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {
            migrationBuilder.Sql(
                @"DROP TABLE IF EXISTS load_tmp_001;");
        }

        /// <inheritdoc />
        protected override void Down(MigrationBuilder migrationBuilder)
        {

        }
}
```

Бенчмарк – миграции для нагрузки

- Берёт файлы benchmark-миграций (20990101*.cs), сортирует по имени (= по timestamp), берёт последние toHide штук (TakeLast)
- Перемещает каждую пару (.cs + .Designer.cs) в Migrations/__hidden/
- Папка __hidden/ исключена из компиляции (<Compile Remove="Migrations__hidden**" />) → при следующей сборке EF Core их не видит → в проекте ровно N миграций

Бенчмарк – миграции для нагрузки

Целевое N	Прячем	Остаётся
17	*100*	*17 реальных*
42	*75*	*17 + 25*
67	*50*	*17 + 50*
92	*25*	*17 + 75*
117	*0*	*всё*

Бенчмарк – параллелизм

Параллелизм реализуется просто

```
-- xUnit.MaxParallelThreads={scenario.MaxParallelThreads}"
```

Бенчмарк – прогрев

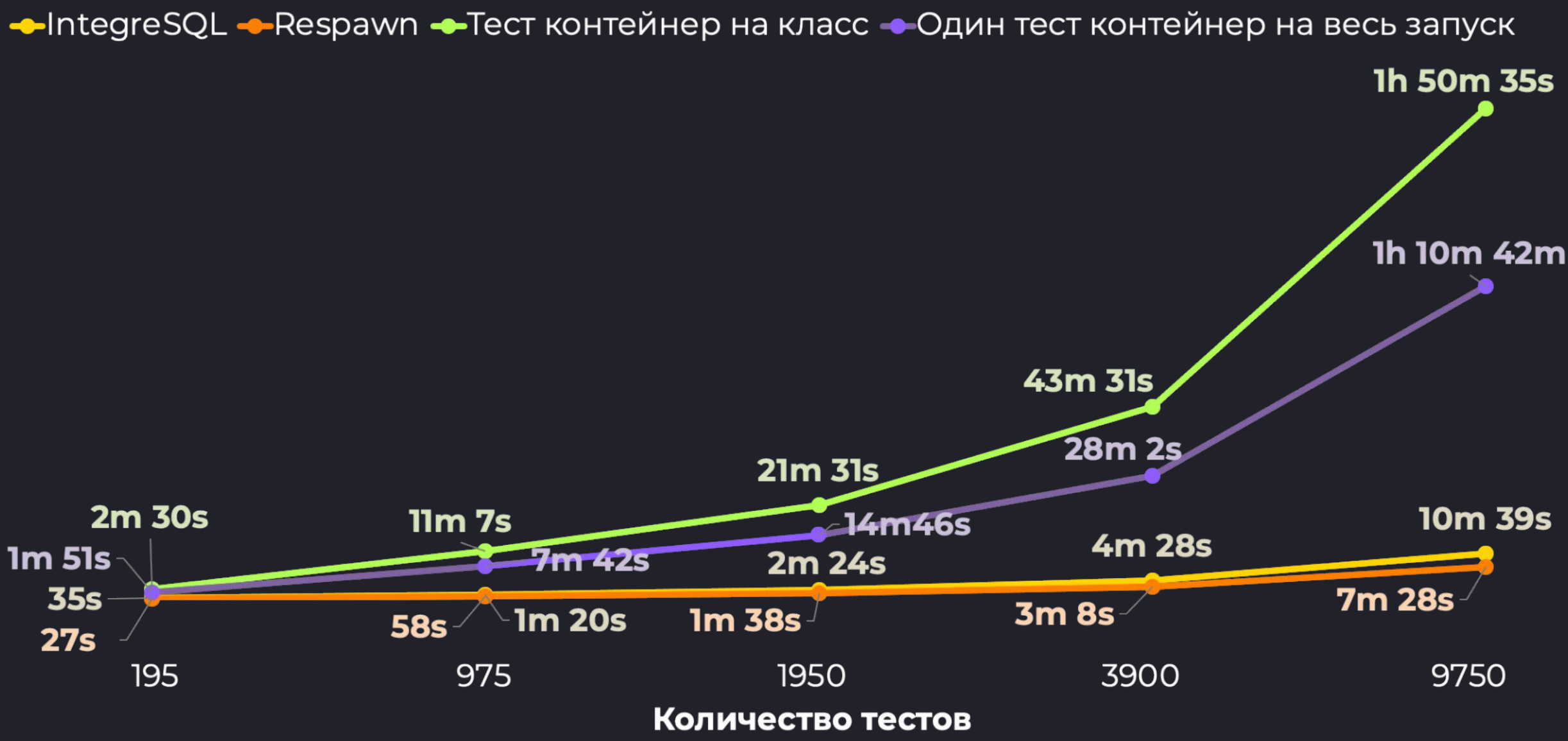
Прогреваем Docker простым dotnet test запуском, тянем все необходимые образы и один раз все поднимаем

Бенчмарк – cooldown

Между прогонами нужен обязательно Task.Delay, чтобы докер успел подчистить все созданные сети и освободить порты, на большом количестве контейнеров это становится проблемой

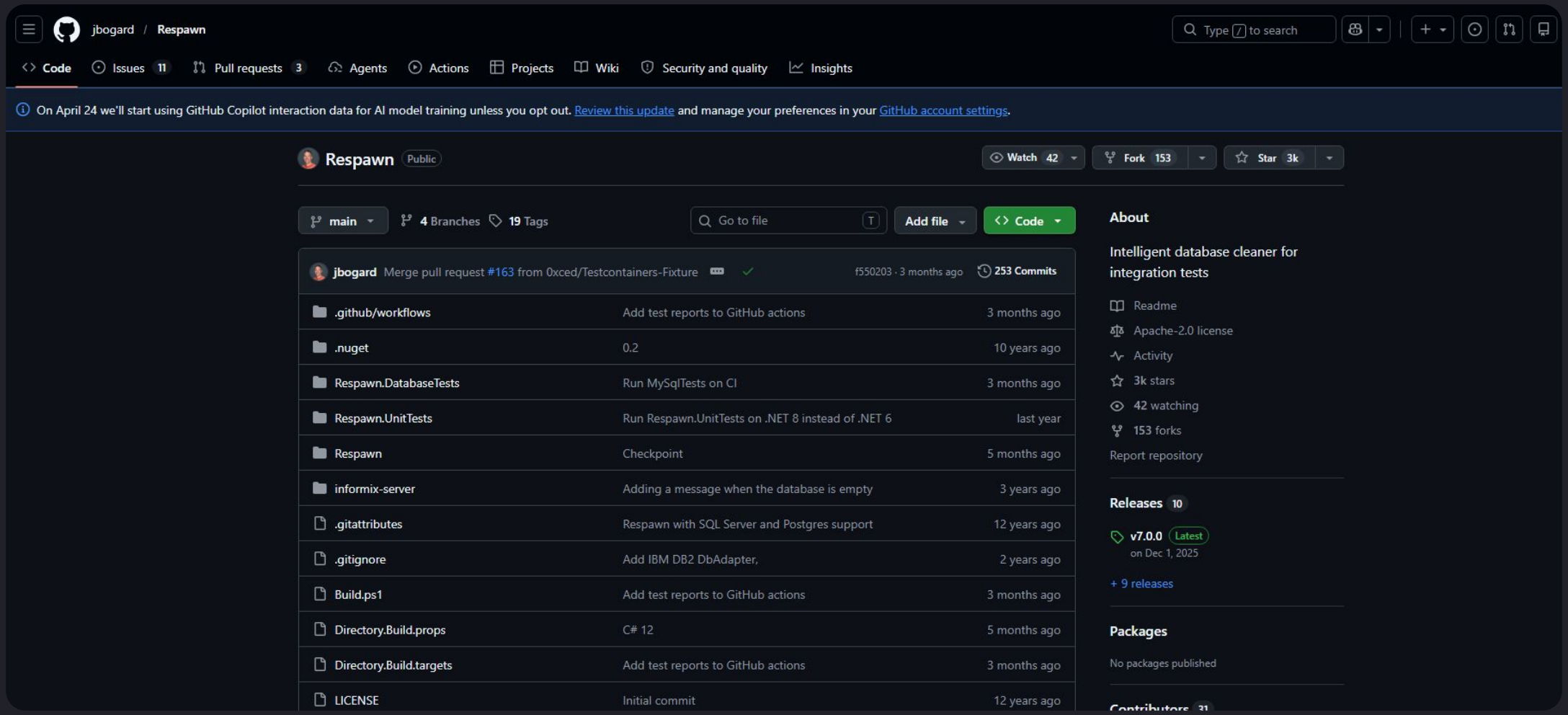
Бенчмарк – кол-во миграций

Бенчмарк – кол-во тестов



Бенчмарк – параллелизм

Respawn


jbogard / Respawn
Type / to search
Code
Issues 11
Pull requests 3
Agents
Actions
Projects
Wiki
Security and quality
Insights
On April 24 we'll start using GitHub Copilot interaction data for AI model training unless you opt out. Review this update and manage your preferences in your GitHub account settings.
Respawn Public
Watch 42
Fork 153
Star 3k
main
4 Branches
19 Tags
Go to file
Add file
Code
jbogard Merge pull request #163 from 0xced/Testcontainers-Fixture
f550203 · 3 months ago
253 Commits
.github/workflows Add test reports to GitHub actions 3 months ago
.nuget 0.2 10 years ago
Respawn.DatabaseTests Run MySqlTests on CI 3 months ago
Respawn.UnitTests Run Respawn.UnitTests on .NET 8 instead of .NET 6 last year
Respawn Checkpoint 5 months ago
informix-server Adding a message when the database is empty 3 years ago
.gitattributes Respawn with SQL Server and Postgres support 12 years ago
.gitignore Add IBM DB2 DbAdapter, 2 years ago
Build.ps1 Add test reports to GitHub actions 3 months ago
Directory.Build.props C# 12 5 months ago
Directory.Build.targets Add test reports to GitHub actions 3 months ago
LICENSE Initial commit 12 years ago
About
Intelligent database cleaner for integration tests
Readme
Apache-2.0 license
Activity
3k stars
42 watching
153 forks
Report repository
Releases 10
v7.0.0 Latest
on Dec 1, 2025
+ 9 releases
Packages
No packages published
Contributors 31

Respawn

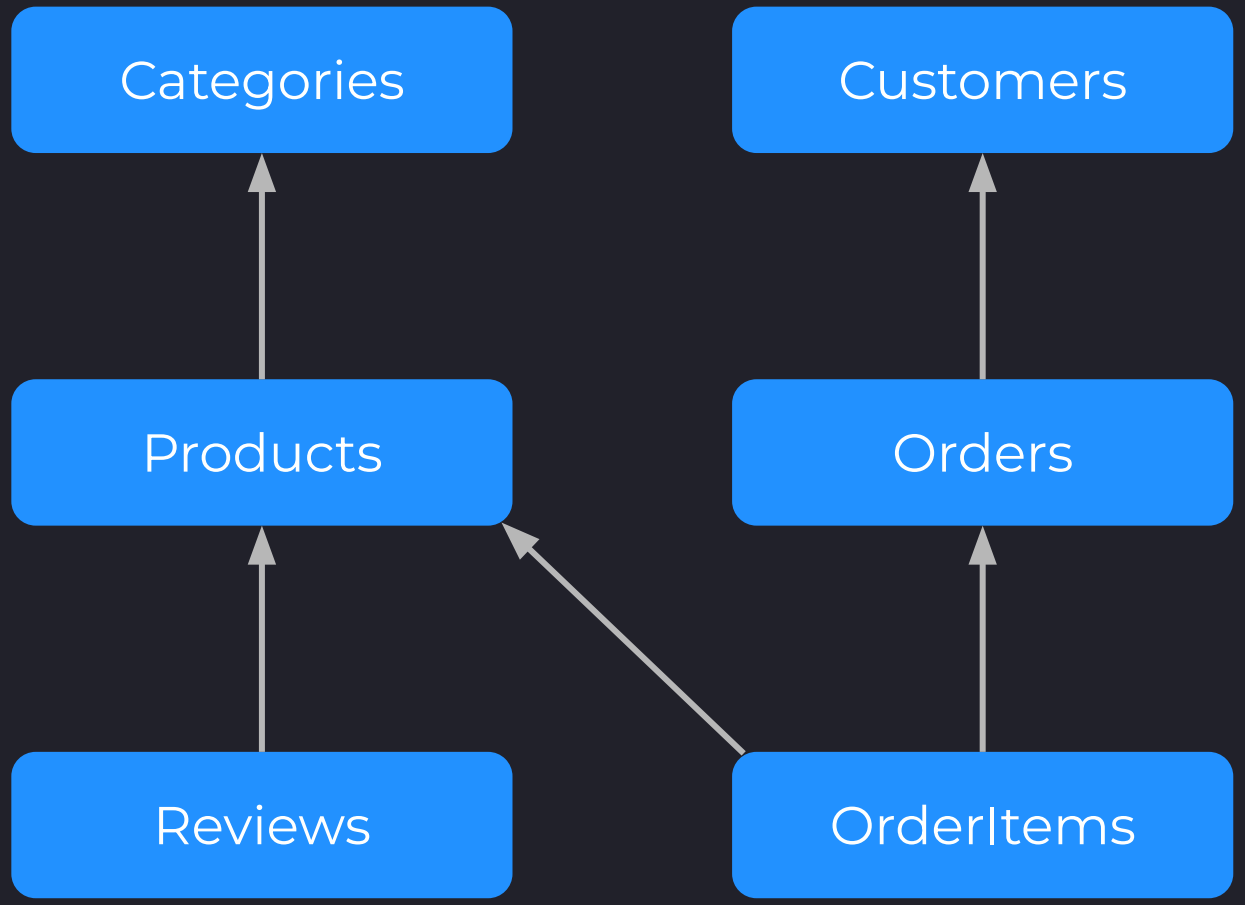
- .NET
- NuGet
- 3K stars
- Last release: 1 dec, 2025
- PostgreSQL, mssql, oracle, mysql, informix, db2...

Respawn

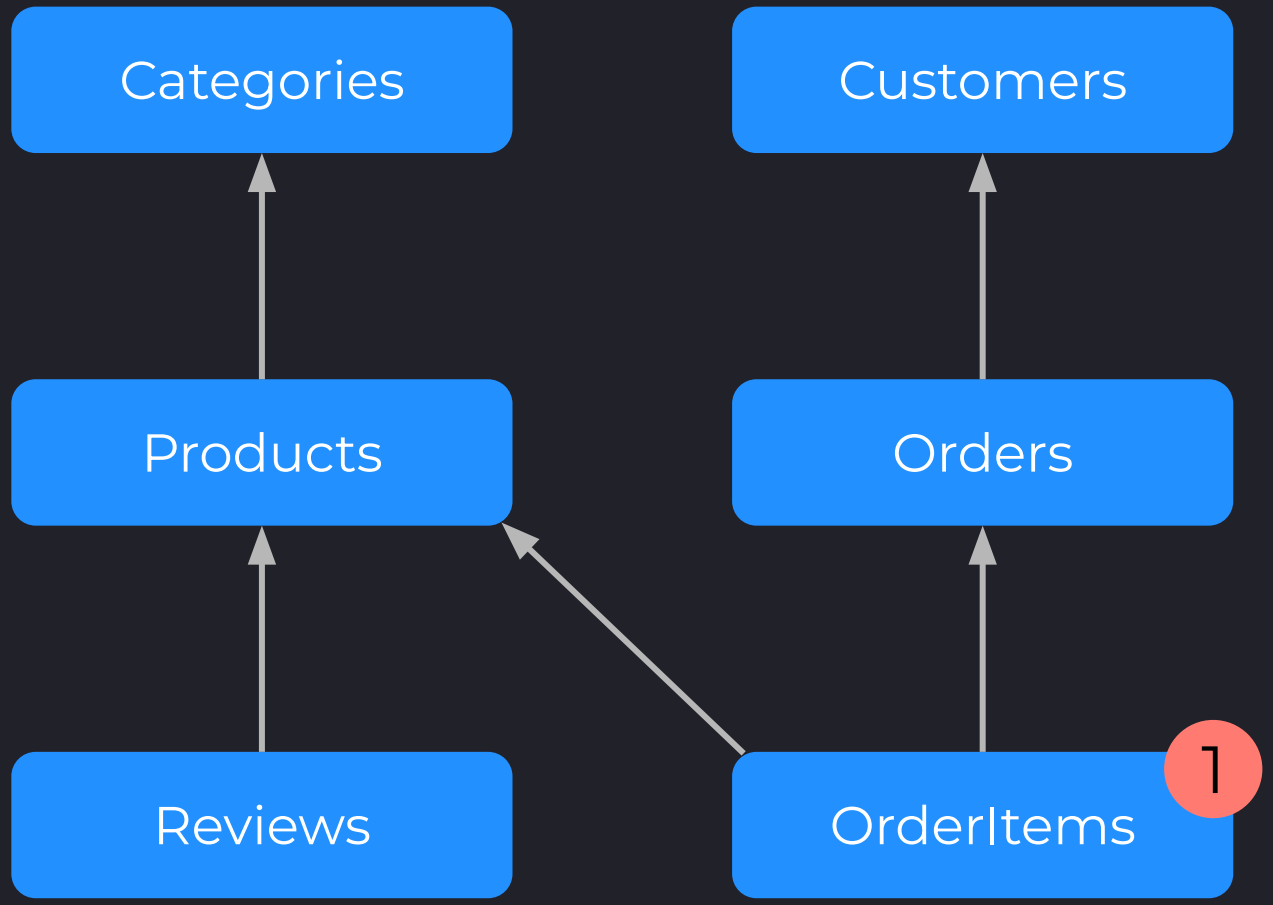
- Быстрая очистка
- При инициализации строится топологически отсортированный граф FK зависимостей –
  сначала дочерние таблицы, потом родительские
- Кэширует итоговый SQL для сброса:

```
DELETE FROM "public"."OrderItems";
DELETE FROM "public"."Orders";
DELETE FROM "public"."Products";
DELETE FROM "public"."Categories";
```

Respawn

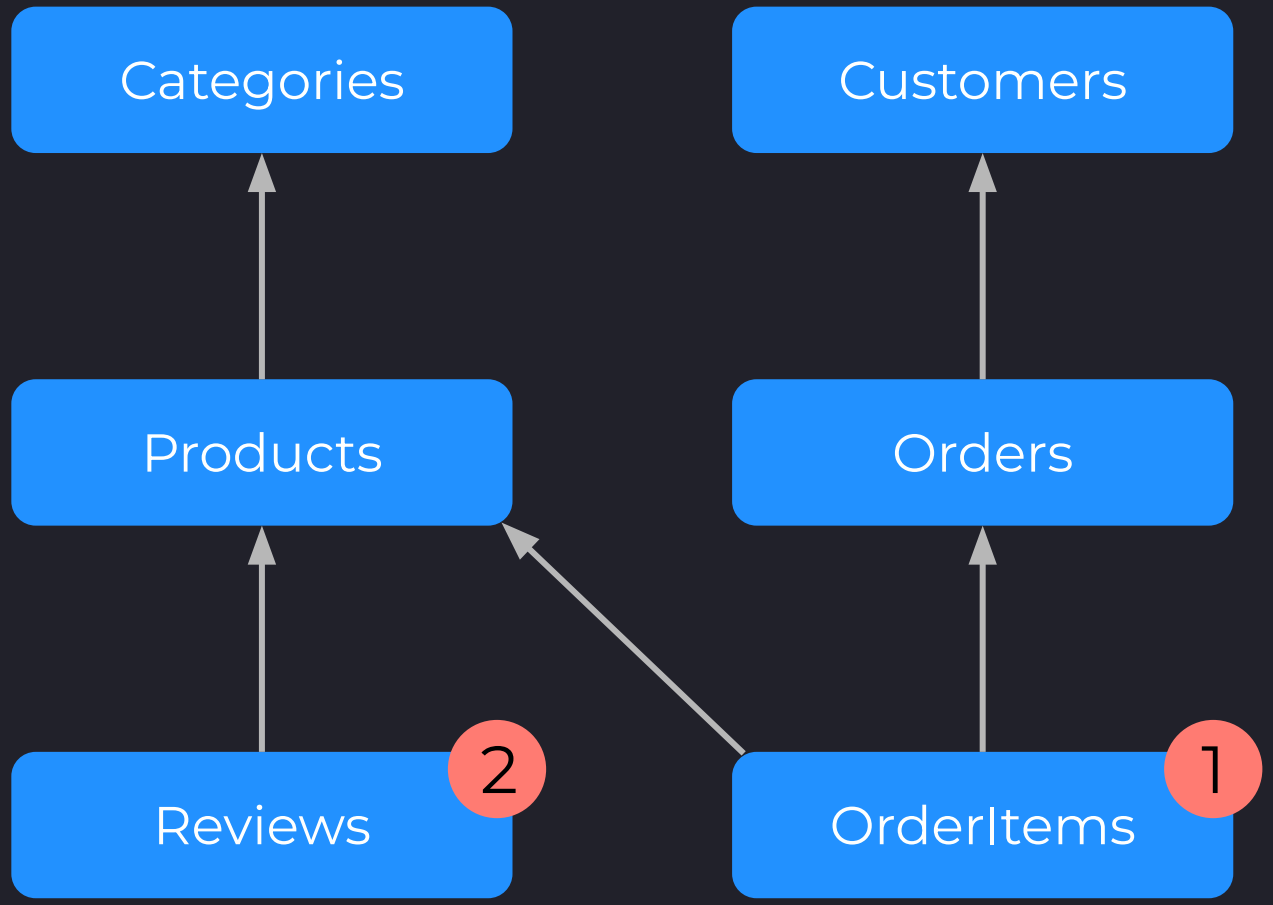

Categories
Customers
Products
Orders
Reviews
OrderItems

Respawn



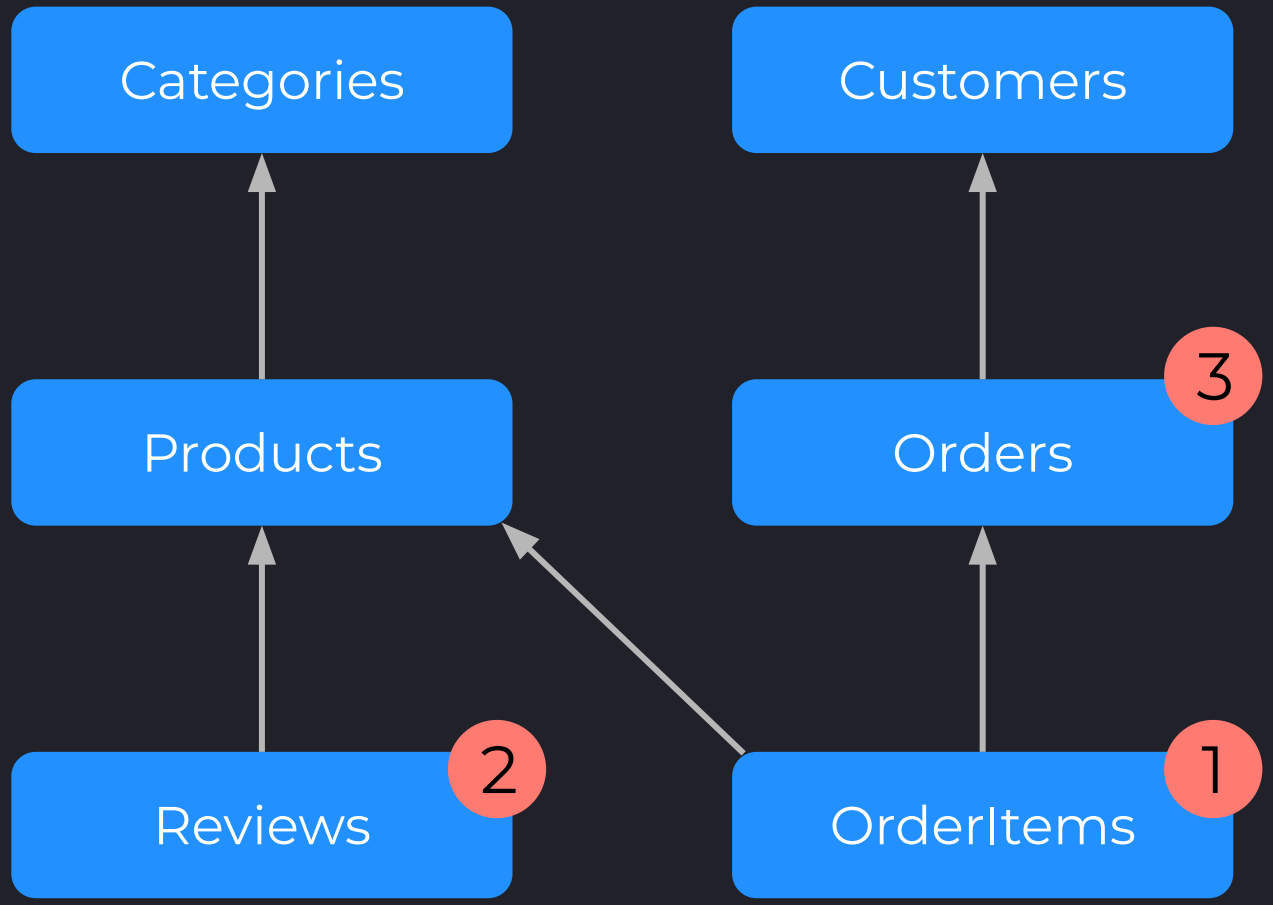

```
DELETE FROM "OrderItems"
```

Respawn



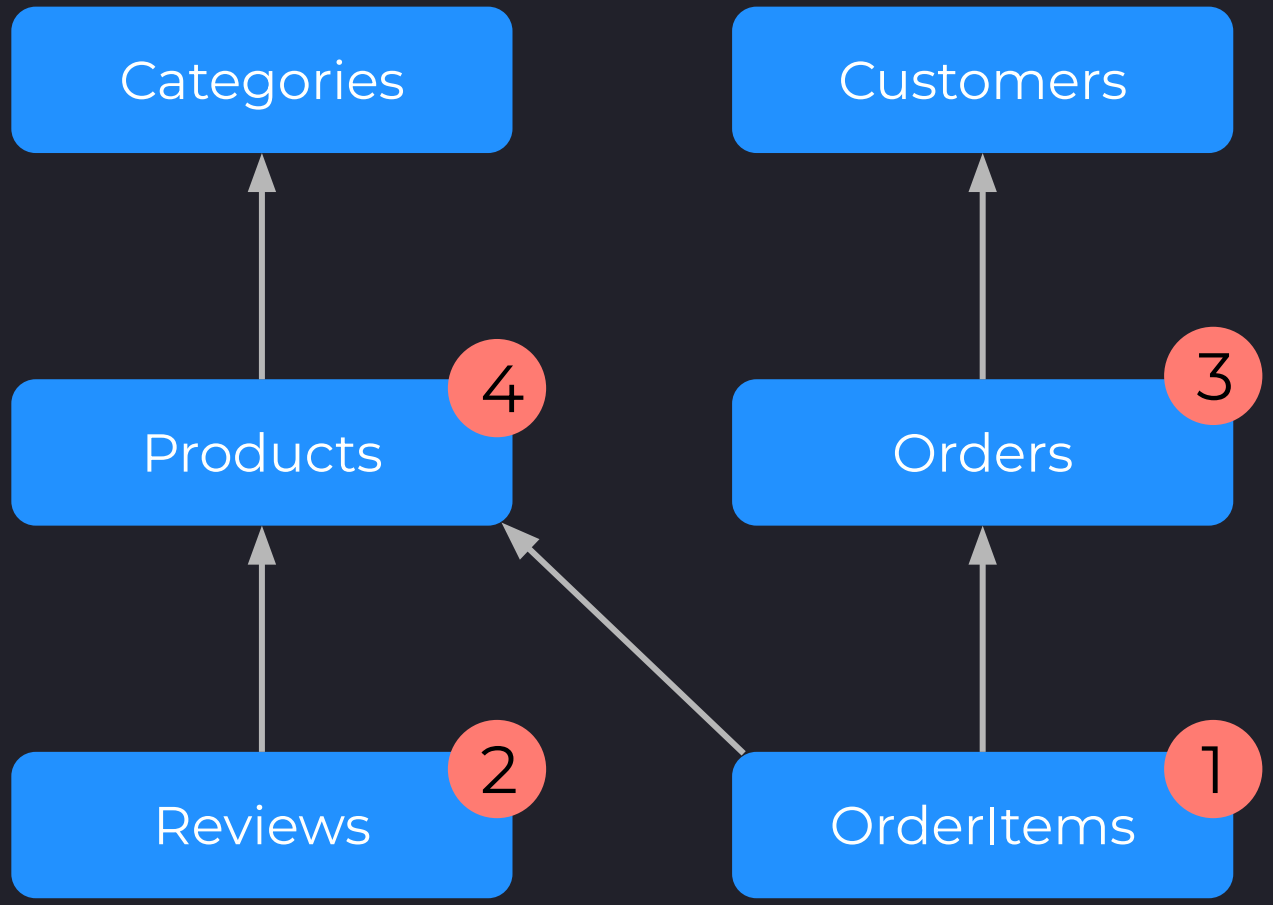

```
DELETE FROM "OrderItems"

DELETE FROM "Reviews"
```

Respawn



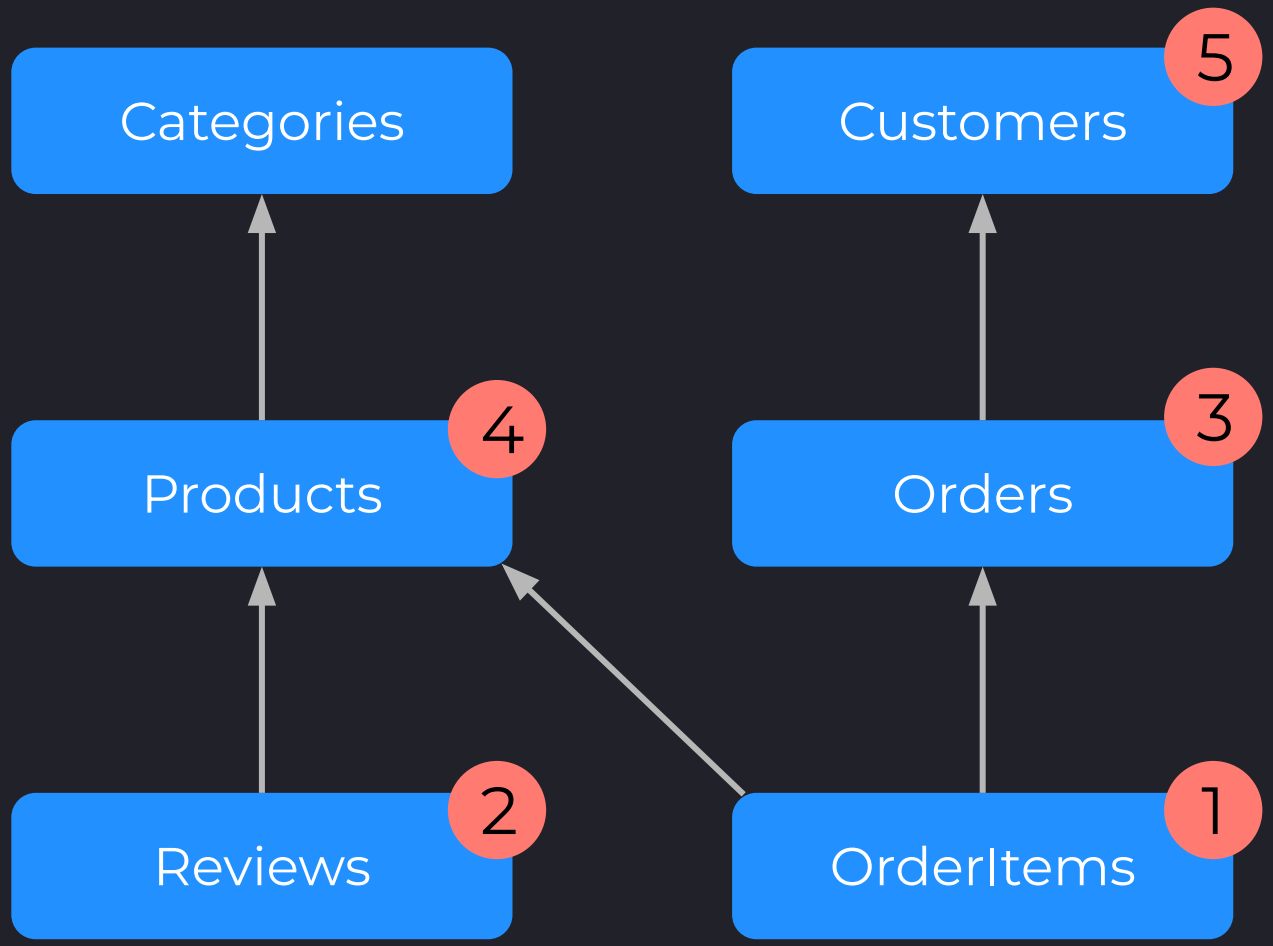

```
DELETE FROM "OrderItems"

DELETE FROM "Reviews"

DELETE FROM "Orders"
```

Respawn



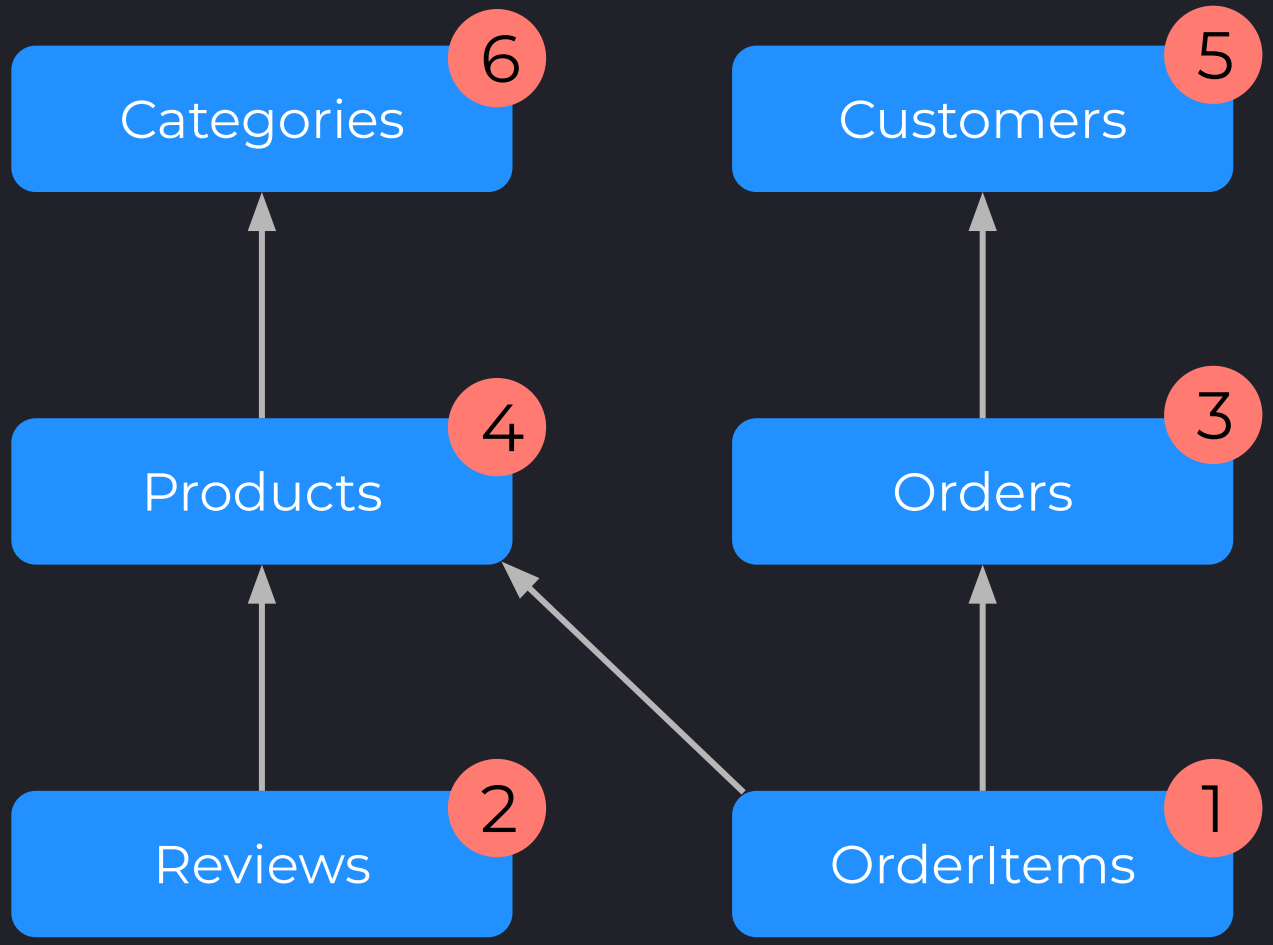

```
DELETE FROM "OrderItems"

DELETE FROM "Reviews"

DELETE FROM "Orders"

DELETE FROM "Products"
```

Respawn




```
DELETE FROM "OrderItems"

DELETE FROM "Reviews"

DELETE FROM "Orders"

DELETE FROM "Products"

DELETE FROM "Customers"

DELETE FROM "Categories"
```

Respawn




```
DELETE FROM "OrderItems"

DELETE FROM "Reviews"

DELETE FROM "Orders"

DELETE FROM "Products"

DELETE FROM "Customers"

DELETE FROM "Categories"
```

Respawn

```
// Один раз при старте тестовой инфраструктуры:
await using var conn = new NpgsqlConnection(connectionString);
await conn.OpenAsync();

var respawner = await Respawner.CreateAsync(conn, new RespawnerOptions
{
    DbAdapter = DbAdapter.Postgres,
    SchemasToInclude = ["public"],
});

...
// Reset до определенного состояния бд
await respawner.ResetAsync(conn);
```

Respawn

```
// Один раз при старте тестовой инфраструктуры:
await using var conn = new NpgsqlConnection(connectionString);
await conn.OpenAsync();

var respawner = await Respawner.CreateAsync(conn, new RespawnerOptions
{
    DbAdapter = DbAdapter.Postgres,
    SchemasToInclude = ["public"],
});

…
// Reset до определенного состояния бд
await respawner.ResetAsync(conn);
```

Respawn

```
// Один раз при старте тестовой инфраструктуры:
await using var conn = new NpgsqlConnection(connectionString);
await conn.OpenAsync();

var respawner = await Respawner.CreateAsync(conn, new RespawnerOptions
{
    DbAdapter = DbAdapter.Postgres,
    SchemasToInclude = ["public"],
});

...
// Reset до определенного состояния бд
await respawner.ResetAsync(conn);
```

Respawn

```
new RespawnerOptions
{
    DbAdapter          = DbAdapter.Postgres,
    SchemasToInclude   = ["public"],           // сбрасывать только эти схемы
    SchemasToExclude   = ["audit", "lookup"],  // или исключить конкретные
    TablesToIgnore     = [                     // не трогать эти таблицы
        new Table("Countries"),
        new Table("Currencies"),
    ],
    TablesToInclude    = [...],                // сбрасывать только явно указанные
    WithReseed         = true,                 // сбросить IDENTITY-счётчики
}
```

Respawn

```
public class MyTestFixture : IAsyncLifetime
{
    private Respawner _respawner = null!;

    public async Task InitializeAsync()
    {
        // запустить контейнер, применить миграции...
        _respawner = await Respawner.CreateAsync(conn, new RespawnerOptions
        {
            DbAdapter = DbAdapter.Postgres,
            SchemasToInclude = ["public"],
        });
    }

    public async Task ResetAsync()
    {
        await _respawner.ResetAsync();
    }

    public Task DisposeAsync() { /* остановить контейнер */ }
}
```

Respawn

```
public class MyTests : IAsyncLifetime, IClassFixture<MyTestFixture>
{
    . . .

    public async Task InitializeAsync() => await _fixture.ResetAsync();
    public Task DisposeAsync() => Task.CompletedTask;

    [Fact]
    public async Task Test() { /* ... */ }
}
```

Respawn – проблемы?

Respawn – проблемы?

- Изоляция на уровне тест класса
- Параллелизм только между тест классами –
  1-2 длинных теста внутри тест класса тормозят остальные
- Проекты с большим количеством тест-классов
- Могут не подтираться seq идентификаторов

IntegreSQL – проблемы?

- Postgres only

IntegreSQL – проблемы?

- Postgres only
- На маленьком количестве тестов может быть оверкилом

IntegreSQL – проблемы?

- Postgres only
- На маленьком количестве тестов может быть оверкилом
- ?

Что и когда выбирать?

- PostgreSQL – IntegreSQL

Что и когда выбирать?

- PostgreSQL – IntegreSQL
- !Postgre but .NET and SQL – Respawn

Что и когда выбирать?

- PostgreSQL – IntegreSQL
- !Postgre but .NET and SQL – Respawn
- Testcontainers

Заключение

Изоляция не бесплатна - важно определить подходящий уровень изоляции окружения в тестах конкретно для ваших задач

Быстрые и стабильные CI/CD и тесты - экономия времени разработчиков (денег), вычислительных ресурсов (денег), более быстрое выявление регрессов и TTM.

Спасибо за внимание

Сергей Булавский
t.me/sergey_bulavskiy

ТГ-канал
Технологии в Контуре

Пример
инфраструктуры
для тестов

Контур

kontur.ru