Университет ИТМО, факультет ПИиКТ

Курсовая работа. Часть №3
Дисциплина: Информационные системы и базы данных

Выполнили: Чангалиди Антон

Чайка Алексей

Группа: P33113

Преподаватель:
Гаврилов Антон Валерьевич

г. Санкт-Петербург

2020 г.

Задание

Реализовать даталогическую модель в реляционной СУБД PostgreSQL:

• Создать необходимые объекты базы данных.

• Заполнить созданные таблицы тестовыми данными.

• Сделать скрипты для:

  ◦ создания/удаления объектов базы данных;

  ◦ заполнения/удаления созданных таблиц.

• Обеспечить целостность данных при помощи средств языка DDL.

• Добавить в базу данных триггеры для обеспечения комплексных ограничений целостности.

• Реализовать функции и процедуры на основе описания бизнес-процессов (из этапа №1).

• Произвести анализ использования созданной базы данных:

  ◦ выявить наиболее часто используемые запросы к объектам базы данных;

  ◦ результаты представить в виде текстового описания.

• Создать индексы и доказать, что они полезны для вашей базы данных:

  ◦ доказательство должно быть приведено в виде текстового описания

Весь код и актуальная версия отчета доступны тут:

https://github.com/TohaRhymes/databases_pharmacy_coursework

Описание предметной области

Фармакологический рынок на данный момент - отдельная ниша как экономики, так и науки любого государства. Поэтому нашей предметной областью мы взяли фармакологию и рассмотрим ее с разных ракурсов.

Существует много ПАТОГЕНОВ (разной биологической природы: вирусы/бактерии/прионы/грибы), которые могут вызывать БОЛЕЗНИ разной степени тяжести; кроме всего прочего существуют ЯДЫ, которые вредны сами по себе.

Все это лечится с помощью ЛЕКАРСТВ (действующих веществ) различных категорий. ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПАНИИ производят их и выпускают под ТОРГОВЫМИ НАЗВАНИЯМИ (одно лекарство может выпускаться под разными торговыми названиями с разной средней ценой, но иметь одно и то же действующее вещество). Кроме всего прочего, можно лечиться ГОМЕОПАТИЕЙ (ее тоже производят компании) и НАРОДНОЙ МЕДИЦИНОЙ разного происхождения. Одно вещество может лечить несколько болезней, как и одну болезнь можно вылечить несколькими веществами.

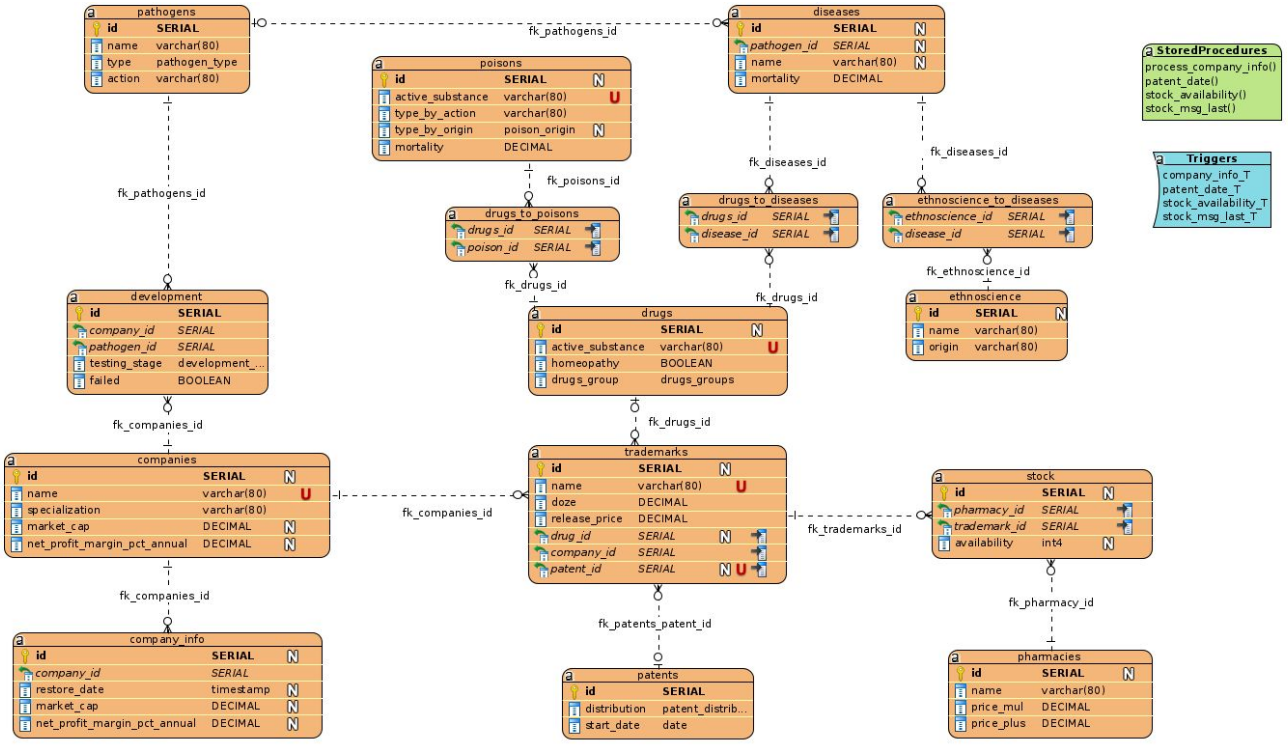
Помимо уже придуманных лекарств, некоторые продвинутые компании ведут РАЗРАБОТКИ новых (как против болезней, так и против ядов): какие-то еще только придумываются, какие-то находятся на различных стадиях испытаний, какие-то уже получили ПАТЕНТЫ и поступили в производство (патент не обязательное условие продажи: лекарства, придуманные давно, могут производиться и без них - но тоже под торговыми марками). Особенно важно вести разработку против тех болезней, лекарство от которых еще не придумано.

Все старые (выпускающиеся давно) и новые (только получившие патент) лекарства могут продаваться в АПТЕКАХ. Если человек хочет вылечиться, он идет туда. Лекарство может быть доступно сейчас, располагаться на складе, или быть вообще недоступным в данный момент - это можно проверить в каждой аптеке отдельно: если оно есть - купить его, если нет - проверить на складе, и если оно есть там - заказать оттуда. При поступлении товара в аптеку - он отмечается, как доступный. Ну а если товар отсутствует и на складе - можно пойти в другую аптеку.

Если же человек выбирает лечение с помощью народных средств, он просто может узнать, чем лечится его болезнь.

Некоторые компании могут торговаться на бирже, поэтому у них есть экономические показатели. Вся история изменения показателей каждой компании хранится и может быть использована.

Наша модель:



Код создания:

Ниже представлен пример создания 2х таблиц и связи M-M, полный код по ссылке: https://github.com/TohaRhymes/databases_pharmacy_coursework/blob/main/creation.sql

```
CREATE TYPE drugs_groups AS ENUM ('Group A (prohibited substances)', 'Group B (limited turnover)', 'Group C (free circulation)');

CREATE TABLE diseases
(
   id           SERIAL PRIMARY KEY,
   pathogen_id INTEGER
       CONSTRAINT fk_pathogens_id REFERENCES pathogens (id) ON DELETE CASCADE,
   name         VARCHAR(80),
   mortality    DECIMAL NOT NULL
       DEFAULT 0 CHECK ( mortality >= 0 and mortality <= 1 )
);

CREATE TABLE drugs
(
   id               SERIAL PRIMARY KEY,
   active_substance VARCHAR(80) UNIQUE NOT NULL,
   homeopathy       BOOLEAN            NOT NULL
       DEFAULT false,
   drugs_group      drugs_groups       NOT NULL
);
```

```
CREATE TABLE drugs_to_diseases
(
   drugs_id   INTEGER
       CONSTRAINT fk_drugs_id REFERENCES drugs (id) ON DELETE CASCADE
       NOT NULL,
   disease_id INTEGER
       CONSTRAINT fk_diseases_id REFERENCES diseases (id) ON DELETE CASCADE
       NOT NULL,
   PRIMARY KEY (drugs_id, disease_id)
);
```

Заполнение БД:

Ниже показаны несколько примеров заполнения, полный пример заполнения может быть рассмотрен по ссылке: https://github.com/TohaRhymes/databases_pharmacy_coursework/blob/main/insertion.sql

```
INSERT INTO pathogens(name, type, action) VALUES ('cov2019', 'virus', 'infect lungs');
INSERT INTO pathogens(name, type, action) VALUES ('Treponema pallidum', 'bacterium', 'violate skeen');

INSERT INTO diseases(pathogen_id, name, mortality) VALUES (1, 'loss of smell', 0.001);
INSERT INTO diseases(pathogen_id, name, mortality) VALUES (1, 'coma', 0.95);
INSERT INTO diseases(pathogen_id, name, mortality) VALUES (2, 'Syphilis', 0.23);


INSERT INTO drugs(active_substance, homeopathy, drugs_group) VALUES ('Echinacea purpurea D3',true,'Group C (free circulation)');
INSERT INTO drugs(active_substance, homeopathy, drugs_group) VALUES ('interferon',false,'Group B (limited turnover)');
INSERT INTO drugs(active_substance, homeopathy, drugs_group) VALUES ('Phenol',false,'Group A (prohibited substances)');

INSERT INTO drugs_to_diseases VALUES (2, 1);
INSERT INTO drugs_to_diseases VALUES (3, 2);
```

Скрипты для массового заполнения:

Также был разработан скрипт для массового заполнения таблиц (настройки выставляются начиная со строки:

```
# settings - amount of rows
```

(номера строк: 99-113)

Скрипт:

https://github.com/TohaRhymes/databases_pharmacy_coursework/blob/main/insertion_generator.py

Сценарии использования:

Основные два сценария использования: это действия от имени компании и действия от имени аптеки. Если пользователь действует от имени аптеки, он может продавать конкретные лекарства, смотреть какие лекарства подходят против конкретной болезни и выводить их цену, произвести закупку лекарства. Если пользователь выполняет действия от имени компании, он может выпустить лекарство, получив при этом патент на него.

Система автоматически раз в определенный промежуток обновляет информацию о компании.

Также существует “режим Бога” (администратор), в котором можно добавить новые патогены, яды, народные средства.

Бизнес-процессы:

- ПРОДАЖА ЛЕКАРСТВ

  В системе залогинена аптека. Покупатель (ирл) покупает лекарство и сотрудник, работющий с системой изменяет оставшееся количество данного лекарства на складе (конкретно, количество декрементируется)

- ЗАКУПКА ЛЕКАРСТВ

  В системе залогинена аптека. Сотрудник закупив лекарства указывает в системе перечень купленных, что влечет за собой изменения на складе данной аптеки.

- ВЫПУСК НОВОГО ЛЕКАРСТВА

  В системе залогинена компания. Компания получает патент на новую trademark и указывает всю информацию о новом продукте. После коммита транзакции новая trademark становится доступной для закупки аптеками по release_price.

- ОБНОВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О КОМПАНИИ

  Актором выступает сама система. Поскольку экономическая информация о компании общедоступна, система будет автоматически обновлять экономические показатели. С каждым обновлением, будет фиксироваться снапшот в соответствующей таблице.

Триггеры, функции:

Для сохранения целостности введем 4 триггера (сохранение истории изменения капитала компании, сохранение даты при выдаче патента (введенная или текущая), и достижение нуля лекарств - будем извещать пользователя)

Код можно увидеть тут:

`https://github.com/TohaRhymes/databases_pharmacy_coursework/blob/main/functions_with_triggers.sql`

1. Табличка company_info - хранит историю изменений капитала и оборота денежных средств компании, поэтому ее полностью автоматически будет заполнять функция с триггером:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION process_company_info() RETURNS TRIGGER AS
$company_info$
BEGIN
    --
    -- Добавление строки в company_info, которая отражает новую запись в company;
    --
                INSERT      INTO      company_info(company_id,      restore_date,      market_cap,
net_profit_margin_pct_annual)
    SELECT NEW.id, now(), NEW.market_cap, NEW.net_profit_margin_pct_annual;
    RETURN NEW;
END ;
$company_info$ LANGUAGE plpgsql;

drop TRIGGER IF EXISTS company_info_T on companies;

CREATE TRIGGER company_info_T
    AFTER INSERT OR UPDATE
    on companies
    FOR EACH ROW
EXECUTE PROCEDURE process_company_info();
```

2. В таблицу патентов обязательно необходимо внести дату выдачи патента, а если не внеслась - дефолтно будем ставить текущую дату и оповестим об этом.

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION patent_date() RETURNS trigger AS
$patent_date$
BEGIN
    -- Проверить, что указана дата
    IF NEW.start_date IS NULL THEN
        NEW.start_date := now();
        RAISE NOTICE 'Patent''s date is set as %', NEW.start_date;
    END IF;
    RETURN NEW;
END;
$patent_date$ LANGUAGE plpgsql;


DROP TRIGGER IF EXISTS patent_date_T ON patents;

CREATE TRIGGER patent_date_T
    BEFORE INSERT OR UPDATE
    ON patents
    FOR EACH ROW
EXECUTE PROCEDURE patent_date();
```

3. Последние два триггера - таблица доступности лекарств в конкретных аптеках, при добавлении налл-значения - будем менять на ноль, а при достижении нуля (когда продали последнее лекарство) - будем извещать, что все распродано.

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION stock_availability() RETURNS trigger AS
$stock_availability$
BEGIN
    IF NEW.availability IS NULL THEN
        NEW.availability := 0;
        RAISE NOTICE 'Supposed, that this trademark is empty!';
    END IF;
    RETURN NEW;
END;
$stock_availability$ LANGUAGE plpgsql;
```

```
DROP TRIGGER IF EXISTS stock_availability_T on stock;

CREATE TRIGGER stock_availability_T
   BEFORE INSERT OR UPDATE
   ON stock
   FOR EACH ROW
EXECUTE PROCEDURE stock_availability();

CREATE OR REPLACE FUNCTION stock_msg_last() RETURNS trigger AS
$stock_msg_last$
BEGIN
   IF NEW.availability = 0 THEN
       RAISE NOTICE 'Bought the last pack of treatment!';
   END IF;
   RETURN NEW;
END;
$stock_msg_last$ LANGUAGE plpgsql;

DROP TRIGGER IF EXISTS stock_msg_last_T on stock;

CREATE TRIGGER stock_msg_last_T
   AFTER UPDATE
   ON stock
   FOR EACH ROW
EXECUTE PROCEDURE stock_msg_last();
```

Методы и процедуры:

Код можно увидеть тут:

https://github.com/TohaRhymes/databases_pharmacy_coursework/blob/main/functions_without_triggers.sql

Изменение экономической информации о компании:

Процедура случайно меняет экономические показатели по запросу, а периодически она будет с сервера вызываться как бы имитируя, что периодически запрос будет идти на сервера.

```
-- Function for changing current economic indicators of the company
-- BUT FIRST returns random in range: 0.95-1.15
DROP FUNCTION IF EXISTS random_changing();

CREATE OR REPLACE FUNCTION random_changing()
   RETURNS DECIMAL AS
$$
BEGIN
   RETURN (SELECT 1 + random() * 0.2 - 0.05 AS random_changing);
END;
$$ LANGUAGE plpgsql VOLATILE;

-- USAGE EXAMPLE;
SELECT *
FROM random_changing();

--AND now function for changing
DROP FUNCTION IF EXISTS change_economical(_company_id int);

CREATE OR REPLACE FUNCTION change_economical(_company_id int)
   RETURNS TABLE
           (
               idd INTEGER,
               n   VARCHAR(80),
               s   VARCHAR(80),
               m_c DECIMAL,
               np  DECIMAL
           )
--     RETURNS void
AS
$$
DECLARE
   a DECIMAL := (SELECT SUM(random_changing)
                 FROM random_changing());
```

```
        b DECIMAL := (SELECT SUM(random_changing)
                      FROM random_changing());
        c DECIMAL := (SELECT SUM(random_changing)
                      FROM random_changing());
        d DECIMAL := (SELECT SUM(random_changing)
                      FROM random_changing());
    BEGIN
        UPDATE companies cc
        SET (market_cap, net_profit_margin_pct_annual) = (mc * a, npmpa * c)
        FROM (SELECT id idd, market_cap mc, net_profit_margin_pct_annual npmpa
              FROM companies c
              WHERE (c.id = _company_id)
             ) AS prev_val
        WHERE cc.id = _company_id;

        RETURN QUERY (SELECT comp.id                              idd,
                             comp.name                            n,
                             comp.specialization                  s,
                             comp.market_cap                      m_c,
                             comp.net_profit_margin_pct_annual    np
                      FROM companies comp
                      WHERE comp.id = _company_id);
    END;
    $$ LANGUAGE plpgsql VOLATILE;

    -- USAGE
    SELECT *
    FROM change_economical(4);
```

Закуп и продажа лекарств:

Функция, которая проверяет, есть ли купленное лекарство в таблице stock, **если есть - прибавляет к существующему значению купленное число единиц, если нет - создает новую запись**. Возвращает суммарное число купленного аптекой лекарства (что было + то, что завезли).

Также, если указать отрицательное число - это **будет считаться продажей лекарства** (причем, если покупателю хочется купить больше, чем возможно, то покупается только возможное количество и выведется сообщение).

```
    -- Function for buying trademarks (new, or existing ones)

    DROP FUNCTION IF EXISTS add_to_stock(_pharmacy_id int, _trademark_id int, _availability
int);

    CREATE OR REPLACE FUNCTION add_to_stock(_pharmacy_id int,
                                            _trademark_id int,
                                            _availability int)
        RETURNS int AS
    $$
    BEGIN
        IF EXISTS(SELECT 1 FROM stock s WHERE (s.pharmacy_id, s.trademark_id) =
(_pharmacy_id, _trademark_id)) THEN
            UPDATE stock
            SET availability = prev_val.a + _availability
            FROM (SELECT id, availability a
                  FROM stock s
                  WHERE ((s.pharmacy_id, s.trademark_id) = (_pharmacy_id, _trademark_id))
                 ) AS prev_val
            WHERE stock.id = prev_val.id;
        ELSE
            INSERT INTO stock(pharmacy_id, trademark_id, availability)
            VALUES (_pharmacy_id, _trademark_id, _availability);
        END If;
        RETURN (SELECT availability FROM stock s WHERE ((s.pharmacy_id, s.trademark_id) =
(_pharmacy_id, _trademark_id)));
    END;
    $$ LANGUAGE plpgsql VOLATILE;
```

```
    -- USAGE:
    SELECT add_to_stock(2, 1, 118);
```

Создание компанией своей трейдмарки:

Функция, которая принимает id компании, id драгс, имя нового лекарства, doze, release_price, способ дистрибуции, создает для него патент и саму трейдмарку.

```
    -- A function takes the companies_id, drugs_id, the name of the new drug,
    -- doze, release_price, the distribution method,
    -- creates a patent for it and the trademark itself.
    -- CREATE TYPE patent_distribution AS ENUM ('free-to-use', 'usage with some
constraints', 'restricted-to-use');

    DROP FUNCTION IF EXISTS add_trademark(_company_id int, _drug_id int, _name VARCHAR(80),
_doze VARCHAR(80), _release_price VARCHAR(80), _distribution  VARCHAR(80));

    CREATE OR REPLACE FUNCTION add_trademark(_company_id int,
                                             _drug_id int,
                                             _name VARCHAR(80),
                                             _doze DECIMAL,
                                             _release_price DECIMAL,
                                             _distribution VARCHAR(80))
        RETURNS int AS
    $$
    DECLARE
        _patent_id INTEGER := (SELECT MAX(id) + 1
                               FROM patents);
    BEGIN
        INSERT INTO patents(id, distribution) VALUES (_patent_id,
_distribution::patent_distribution);
    --
        INSERT INTO trademarks(name, doze, release_price, drug_id, company_id, patent_id)
        VALUES (_name, _doze, _release_price, _drug_id, _company_id, _patent_id);
    --
        RETURN _patent_id;
    END;
    $$ LANGUAGE plpgsql VOLATILE;

    -- USAGE EXAMPLES
    SELECT * FROM add_trademark(2,
        3,
        'Anamorgggen',
        0.5,
        500.6,
        'usage with some constraints');
```

Анализ использования созданной БД и создание индексов:

Большое количество сценариев использования БД - с использованием объединения таблиц (получить по данному лекарству список, чего он лечит, для данной болезни/яда - список лекарств, которыми он лечится, по аптеке показывать доступные таблетки и для конкретного лекарства - где оно доступно). Все это будет соединяться через primary и foreign_keys с проверкой на равенство. Вводить тут индексы не имеет смысла, так как postgresql автоматически создает ключи для ключей и уникальных значений

Скорее всего будет фильтрация и сортировка по цене трейдмарки, т.е. запросы такого рода:

```
SELECT name, doze, release_price

FROM trademarks

ORDER BY release_price;
```

Для того, чтобы выполнять более быстро, добавлю BTREE:

```
create index trademark_price on trademarks using btree(release_price);
```

Проверим:

ДО:

```
QUERY PLAN
Sort  (cost=230.21..237.68 rows=2986 width=25) (actual time=8.135..9.543 rows=2986 loops=1)
  Sort Key: release_price
  Sort Method: quicksort  Memory: 330kB
  ->  Seq Scan on trademarks  (cost=0.00..57.86 rows=2986 width=25) (actual time=0.024..2.905 rows=2986 loops=1)
Planning time: 0.152 ms
Execution time: 10.808 ms
```

После:

```
QUERY PLAN
Index Scan using trademark_price on trademarks  (cost=0.28..201.03 rows=2986 width=25) (actual time=0.017..2.111 rows=2986 loops=1)
Planning time: 0.088 ms
Execution time: 2.853 ms
```

Ученым и простым людям будут интересны запросы в духе “самая убийственная болезнь”:

```
SELECT name
FROM diseases
ORDER BY mortality DESC;
```

Для того, чтобы выполнять более быстро, добавлю BTREE:

```
create index d_mort on diseases using btree (mortality DESC);
```

Проверим:

ДО:

```
QUERY PLAN
Sort  (cost=5569.38..5712.70 rows=57330 width=25) (actual time=106.944..136.120 rows=57330 loops=1)
  Sort Key: mortality DESC
  Sort Method: external merge  Disk: 2032kB
  ->  Seq Scan on diseases  (cost=0.00..1038.30 rows=57330 width=25) (actual time=0.013..24.629 rows=57330 loops=1)
Planning time: 0.052 ms
Execution time: 157.682 ms
```

После:

```
QUERY PLAN
Index Scan using d_mort on diseases  (cost=0.41..3616.30 rows=57330 width=25) (actual time=0.016..42.353 rows=57330 loops=1)
Planning time: 0.062 ms
Execution time: 56.975 ms
```

Аналогично для ядов:

```
create index p_mort on poisons using btree (mortality DESC);
```

Что меняется?

В обоих случаях кардинально меняется план запроса: если сначала каждый раз все сортировалось по ключу (можно увидеть), то теперь, в запросе просто используется индекс, и никакая сортировка не требуется.

Кроме всего прочего, будут часто искать таблетки, болезни по именам - добавлю на имена тоже хеши:

```
create index company_name on companies using hash(name);
```

```
create index trademark_name on trademarks using hash(name);
```

```
create index drug_substance on drugs using hash(active_substance);

create index disease_name on diseases using hash(name);

create index poison_substance on poisons using hash(active_substance);

create index ethnoscience_name on ethnoscience using hash(name);

create index pharmacy_name on pharmacies using hash(name);
```

Например,

```
SELECT *

FROM diseases

WHERE name = 'Newton''s kishg';
```

Для того, чтобы выполнять более быстро, добавлю HASH:

```
create index d_name on diseases using hash (name);
```

Проверим:

ДО:

	QUERY PLAN
1	Seq Scan on diseases (cost=0.00..1181.62 rows=1 width=33) (actual time=10.042..19.471 rows=1 loops=1)
2	Filter: ((name)::text = 'Newton''s kishg'::text)
3	Rows Removed by Filter: 57329
4	Planning time: 0.145 ms
5	Execution time: 19.502 ms

После:

	QUERY PLAN
1	Index Scan using d_name on diseases (cost=0.00..8.02 rows=1 width=33) (actual time=0.013..0.014 rows=1 loops=1)
2	Index Cond: ((name)::text = 'Newton''s kishg'::text)
3	Planning time: 0.135 ms
4	Execution time: 0.029 ms

Что меняется?

Скорость увеличилась в несколько сотен раз!

Оно и логично, вместо того, чтобы пробегать по всей таблице, мы просто переходим по нудному кэшу - удобно!