НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені Ігоря Сікорського»

Факультет прикладної математики

Кафедра системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем

Розрахунково-графічна робота

з дисципліни
«Бази даних і засоби управління»

Виконав: студент III курсу

ФПМ групи КВ-31

Ільницький П.П.

Перевірив:.

Київ – 2025

Загальне завдання: Реалізувати консольний додаток для взаємодії з базою даних згідно шаблону MVC (Model-View-Controller). Додаток повинен забезпечувати виконання операцій перегляду, внесення, редагування та вилучення даних (CRUD).

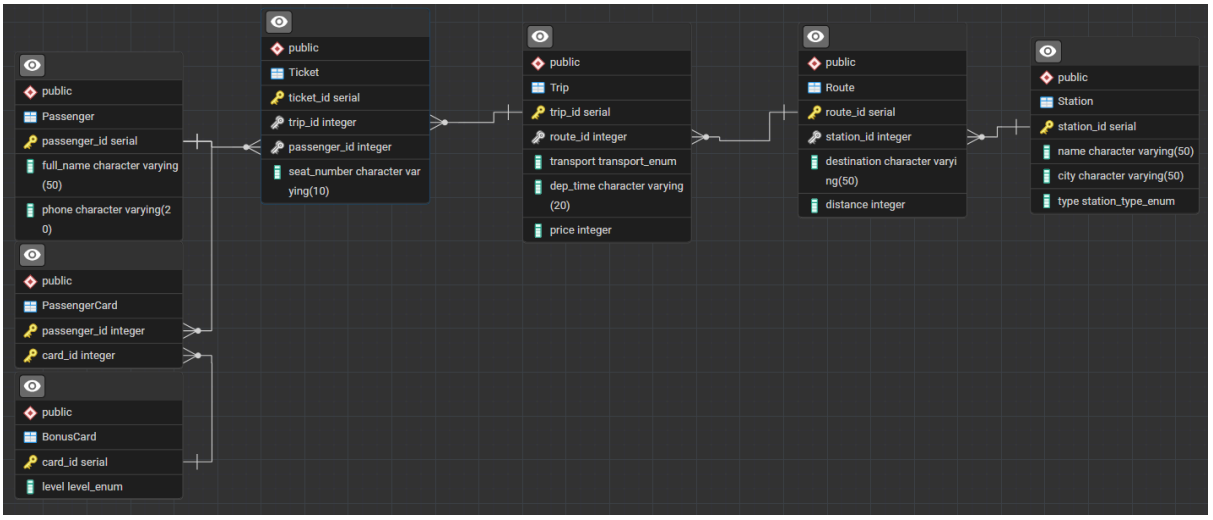
Деталізовані вимоги:

1. **Контроль цілісності:** Реалізувати перевірку типів даних та обробку помилок зовнішніх ключів (Foreign Key) при видаленні батьківських записів та вставці дочірніх .
2. **Генерація даних:** Забезпечити автоматичне наповнення таблиць великим обсягом даних (100 000+ записів) за допомогою SQL-запитів та функцій random() . Кількість даних вводиться користувачем.
3. **Пошук:** Реалізувати пошук за декількома атрибутами з використанням фільтрації (WHERE) та групування (GROUP BY), із виведенням часу виконання запиту .
4. **Технології:** Використання мови SQL без ORM, бібліотека psycopg2 .

Структура бази даних:

1. **Station (Станція):** Батьківська сутність. Зберігає назву, місто та тип вокзалу (ENUM: Bus, Railway, Airport).
2. **Route (Маршрут):** Дочірня до Station. Містить інформацію про пункт призначення та відстань.
3. **Trip (Рейс):** Дочірня до Route. Містить дані про транспорт, час відправлення та ціну.
4. **Passenger (Пасажир):** Зберігає персональні дані клієнтів (ім'я, телефон).
5. **BonusCard (Бонусна картка):** Довідник типів карток (Silver, Gold, Platinum).
6. **PassengerCard:** Проміжна таблиця для зв'язку 1:1 (або 0:1) між пасажиром та карткою.
7. **Ticket (Квиток):** Основна сутність, що фіксує факт покупки. Пов'язує рейс та пасажира.

Схема даних (ER-діаграма):



4. Схема меню користувача

Програма має консольний інтерфейс користувача з наступними функціональними блоками:

1. **Згенерувати базу даних (SQL Random):**
    - Запитує у користувача кількість записів.
    - Повністю очищає базу даних (TRUNCATE).
    - Генерує зв'язані тестові дані SQL-скриптом.
    - Виводить час виконання операції.
2. **Показати квитки (Top 50):**
    - Виводить таблицю з останніми проданими квитками, об'єднуючи дані з 5 таблиць (JOIN).
3. **Додати станцію:**
    - Дозволяє ввести нову станцію (Назва, Місто, Тип).
4. **Видалити станцію:**
    - Приймає ID станції.
    - Функціональність: Перевіряє наявність маршрутів. Якщо маршрути є — блокує видалення і виводить попередження (захист цілісності). Якщо немає — видаляє.
5. **Пошук рейсів (з таймером):**
    - Фільтрує рейси за ціною та назвою міста.
    - Групує результати за напрямком.
    - Виводить статистику та час виконання запиту у мілісекундах.

6. **Редагувати станцію (UPDATE):**
    - Дозволяє змінити назву, місто або тип існуючої станції за її ID.
7. **Додати маршрут (Тест Foreign Key):**
    - Додає новий маршрут.
    - Функціональність: Демонструє перехоплення системної помилки PostgreSQL, якщо введено ID неіснуючої станції.

Використані засоби

- **Мова програмування:** Python 3.12.
- **СУБД:** PostgreSQL 16.
- **Бібліотека взаємодії з БД:** psycopg2 (реалізація драйвера PostgreSQL для Python).
- **Середовище розробки:** PyCharm Community Edition.
- **Середовище адміністрування БД:** PgAdmin 4.
- **Репозиторій на платформі GitHub:** https://github.com/pavloilnitskiy/RGR_DB/tree/main

Виконання пункту №1 деталізованого завдання

У розробленій системі реалізовано механізм контролю посилальної цілісності (Referential Integrity) між таблицями Station (батьківська сутність) та Route (дочірня сутність, зв'язок 1:N). Згідно із завданням, перед видаленням запису з батьківської таблиці виконується перевірка на наявність залежних записів у дочірній таблиці.

Генеруємо базу даних:

```
--- ЗАЛІЗНИЧНА КАСА (RGR) ---
1. Згенерувати базу даних (SQL Random)
2. Показати квитки (Top 50)
3. Додати станцію
4. Видалити станцію (з перевіркою зв'язків)
5. Пошук рейсів (з таймером)
6. Редагувати станцію (UPDATE)
7. Додати маршрут (Тест Foreign Key)
0. Вихід
Ваш вибір: 1
Скільки пасажирів/квитків згенерувати? (рекомендовано 1000 - 100000): 100000

[INFO]: Генерація 100000 записів... Це може зайняти час.

[INFO]: База успішно перезаписана!

[INFO]: Час генерації: 26.04 сек
```

Сценарій 1: Спроба видалення запису, що має залежні дані

При спробі видалити станцію, яка вже використовується у маршрутах (Route), програма перехоплює цю операцію та забороняє її виконання.

```
Ваш вибір: 2
ticket_id      | full_name      | city           | destination     | price          | transport
-------------------------------------------------------------------------------------------------
1              | Марія Коваль   | Вінниця        | Берлін          | 4462           | Plane
```

```
--- ЗАЛІЗНИЧНА КАСА (RGR) ---
1. Згенерувати базу даних (SQL Random)
2. Показати квитки (Top 50)
3. Додати станцію
4. Видалити станцію (з перевіркою зв'язків)
5. Пошук рейсів (з таймером)
6. Редагувати станцію (UPDATE)
7. Додати маршрут (Тест Foreign Key)
0. Вихід
Ваш вибір: 4
Введіть ID станції для видалення: 1

[ERROR]: Неможливо видалити станцію ID 1: існують пов'язані маршрути!
```

Пояснення причин помилки: Видалення даної станції неможливе, оскільки її первинний ключ (station_id) використовується як зовнішній ключ (Foreign Key) у таблиці Route. Пряме видалення призвело б до появи "сирітських" записів у таблиці маршрутів або порушення логіки бази даних.

Сценарій 2: Успішне видалення запису

Якщо у станції немає залежних маршрутів (наприклад, новостворена станція), операція видалення проходить успішно.

```
--- ЗАЛІЗНИЧНА КАСА (RGR) ---
1. Згенерувати базу даних (SQL Random)
2. Показати квитки (Top 50)
3. Додати станцію
4. Видалити станцію (з перевіркою зв'язків)
5. Пошук рейсів (з таймером)
6. Редагувати станцію (UPDATE)
7. Додати маршрут (Тест Foreign Key)
0. Вихід
Ваш вибір: 3
Введіть дані нової станції:
Назва (напр. Вокзал Північний): Вокзал Північний
```

	station_id [PK] integer	name character varying (50)	city character varying (50)	type station_type_enum
1	51	Вокзал Північний	Київ	Railway Station

```
--- ЗАЛІЗНИЧНА КАСА (RGR) ---
1. Згенерувати базу даних (SQL Random)
2. Показати квитки (Top 50)
3. Додати станцію
4. Видалити станцію (з перевіркою зв'язків)
5. Пошук рейсів (з таймером)
6. Редагувати станцію (UPDATE)
7. Додати маршрут (Тест Foreign Key)
0. Вихід
Ваш вибір: 4
Введіть ID станції для видалення: 51

[INFO]: Станцію 51 видалено.
```

	station_id [PK] integer	name character varying (50)	city character varying (50)	type station_type_enum
1	50	Вокзал Східний	Харків	Airport

Результат: Запис фізично вилучається з таблиці Station за допомогою команди DELETE, оскільки це не порушує цілісність бази даних.

Контроль цілісності при вставці даних (INSERT)

При додаванні нових записів у дочірню таблицю Route необхідно контролювати наявність відповідного запису у батьківській таблиці Station. Якщо користувач намагається створити маршрут, посилаючись на неіснуючу станцію (station_id), система повинна заблокувати цю операцію та повідомити про помилку.

Сценарій: Користувач намагається додати новий маршрут, вказуючи station_id = 999, хоча станції з таким ідентифікатором у базі даних не існує.

```
--- ЗАЛІЗНИЧНА КАСА (RGR) ---
1. Згенерувати базу даних (SQL Random)
2. Показати квитки (Top 50)
3. Додати станцію
4. Видалити станцію (з перевіркою зв'язків)
5. Пошук рейсів (з таймером)
6. Редагувати станцію (UPDATE)
7. Додати маршрут (Тест Foreign Key)
0. Вихід
Ваш вибір: 7
--- Новий маршрут ---
Увага! station_id має існувати в базі Station.
Введіть ID станції (FK): 999
```

Аналіз помилки: СУБД PostgreSQL при спробі виконання запиту INSERT перевіряє обмеження зовнішнього ключа (FOREIGN KEY). Оскільки запис у батьківській таблиці відсутній, виникає помилка foreign_key_violation. Програмний додаток перехоплює цю системну помилку у блоці try...except і виводить користувачеві зрозуміле повідомлення замість аварійного завершення роботи.

Лістинг програмного коду реалізації (Python + SQL):

Реалізація SQL-запиту в моделі (model.py):

```
def add_route(self, station_id, destination, distance):
    query = """
        INSERT INTO public."Route" (station_id, destination, distance)
        VALUES (%s, %s, %s)
    """
    with self.conn.cursor() as cur:
        cur.execute(query, (station_id, destination, distance))
```

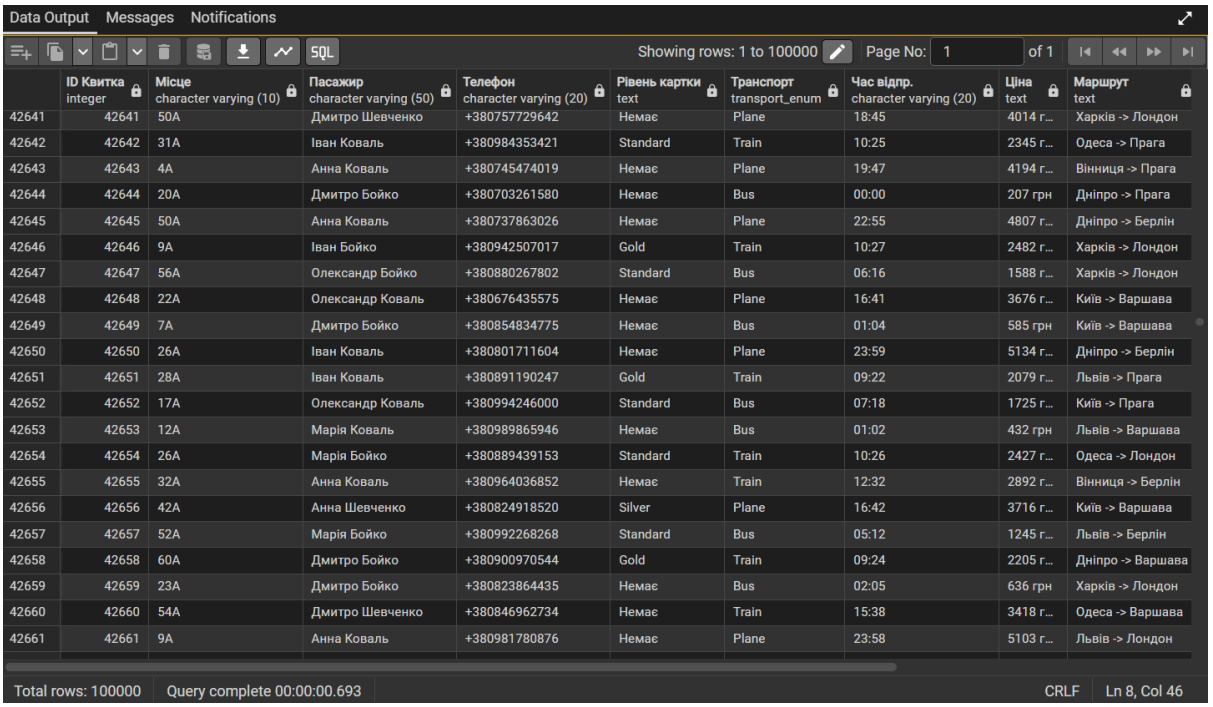
Обробка помилки в контролері (controller.py):

```
try:
    self.model.add_route(s_id, dest, dist)
    self.view.show_message("Маршрут успішно додано!")
except Exception as e:

    error_msg = str(e)
    if "foreign key constraint" in error_msg or "violates foreign key" in error_msg:
        self.view.show_error(f"Неможливо додати маршрут: Станції з ID={s_id} не існує!")
        self.view.show_error(f"Технічні деталі: {e}")
    else:
        self.view.show_error(f"Інша помилка: {e}")
```

Виконання пункту №2:
Для наповнення бази даних тестовою інформацією реалізовано механізм пакетної генерації даних за допомогою мови SQL. Генерація ініціюється користувачем з консолі, де він вказує бажану кількість записів. Програма

очищає попередні дані та створює нові, зберігаючи логічні зв'язки між таблицями.



Data Output | Messages | Notifications

Showing rows: 1 to 100000 | Page No: 1 of 1

	ID Квитка integer	Місце character varying (10)	Пасажир character varying (50)	Телефон character varying (20)	Рівень картки text	Транспорт transport_enum	Час відпр. character varying (20)	Ціна text	Маршрут text
42641	42641	50A	Дмитро Шевченко	+380757729642	Немає	Plane	18:45	4014 г...	Харків -> Лондон
42642	42642	31A	Іван Коваль	+380984353421	Standard	Train	10:25	2345 г...	Одеса -> Прага
42643	42643	4A	Анна Коваль	+380745474019	Немає	Plane	19:47	4194 г...	Вінниця -> Прага
42644	42644	20A	Дмитро Бойко	+380703261580	Немає	Bus	00:00	207 грн	Дніпро -> Прага
42645	42645	50A	Анна Коваль	+380737863026	Немає	Plane	22:55	4807 г...	Дніпро -> Берлін
42646	42646	9A	Іван Бойко	+380942507017	Gold	Train	10:27	2482 г...	Харків -> Лондон
42647	42647	56A	Олександр Бойко	+380880267802	Standard	Bus	06:16	1588 г...	Харків -> Лондон
42648	42648	22A	Олександр Коваль	+380676435575	Немає	Plane	16:41	3676 г...	Київ -> Варшава
42649	42649	7A	Дмитро Бойко	+380854834775	Немає	Bus	01:04	585 грн	Київ -> Варшава
42650	42650	26A	Іван Коваль	+380801711604	Немає	Plane	23:59	5134 г...	Дніпро -> Берлін
42651	42651	28A	Іван Коваль	+380891190247	Gold	Train	09:22	2079 г...	Львів -> Прага
42652	42652	17A	Олександр Коваль	+380994246000	Standard	Bus	07:18	1725 г...	Київ -> Прага
42653	42653	12A	Марія Коваль	+380989865946	Немає	Bus	01:02	432 грн	Львів -> Варшава
42654	42654	26A	Марія Бойко	+380889439153	Standard	Train	10:26	2427 г...	Одеса -> Лондон
42655	42655	32A	Анна Коваль	+380964036852	Немає	Train	12:32	2892 г...	Вінниця -> Берлін
42656	42656	42A	Анна Шевченко	+380824918520	Silver	Plane	16:42	3716 г...	Київ -> Варшава
42657	42657	52A	Марія Бойко	+380992268268	Standard	Bus	05:12	1245 г...	Львів -> Берлін
42658	42658	60A	Дмитро Бойко	+380900970544	Gold	Train	09:24	2205 г...	Дніпро -> Варшава
42659	42659	23A	Дмитро Бойко	+380823864435	Немає	Bus	02:05	636 грн	Харків -> Лондон
42660	42660	54A	Дмитро Шевченко	+380846962734	Немає	Train	15:38	3418 г...	Одеса -> Варшава
42661	42661	9A	Анна Коваль	+380981780876	Немає	Plane	23:58	5103 г...	Львів -> Лондон

Total rows: 100000 | Query complete 00:00:00.693 | CRLF | Ln 8, Col 46

SQL-запити, що ілюструють генерацію при визначених вхідних параметрах:

```
TRUNCATE "Ticket", "PassengerCard", "BonusCard", "Trip", "Route",
"Passenger", "Station" RESTART IDENTITY CASCADE;

            INSERT INTO public."BonusCard" (level) VALUES ('Silver'),
('Gold'), ('Standard');

            INSERT INTO public."Station" (name, city, type)
            SELECT 'Вокзал ' || (ARRAY['Центральний', 'Південний',
'Східний'])[floor(random()*3+1)],
                   (ARRAY['Київ', 'Львів', 'Одеса', 'Харків', 'Дніпро',
'Вінниця'])[floor(random()*6+1)],

(enum_range(NULL::station_type_enum))[floor(random()*3 + 1)]
            FROM generate_series(1, 50);

            INSERT INTO public."Route" (station_id, destination,
distance)
            SELECT s.station_id, (ARRAY['Варшава', 'Берлін', 'Прага',
'Лондон'])[floor(random()*4 + 1)], floor(random() * 2000 + 100)::int
```

```
            FROM public."Station" s CROSS JOIN generate_series(1, 4)
ORDER BY random() LIMIT 200;

            INSERT INTO public."Trip" (route_id, transport, dep_time,
price)
            SELECT r.route_id,
(enum_range(NULL::transport_enum))[floor(random()*3 + 1)],
                   lpad(floor(random()*24)::text, 2, '0') || ':' ||
lpad(floor(random()*60)::text, 2, '0'), floor(random() * 5000 +
200)::int
            FROM public."Route" r CROSS JOIN generate_series(1, 5)
ORDER BY random();

            INSERT INTO public."Passenger" (full_name, phone)
            SELECT (ARRAY['Олександр', 'Іван', 'Дмитро', 'Анна',
'Марія'])[floor(random()*5+1)] || ' ' || (ARRAY['Шевченко', 'Бойко',
'Коваль'])[floor(random()*3+1)],
                   '+380' || floor(random()*(999999999-660000000) +
660000000)::text
            FROM generate_series(1, {count_passengers});

            INSERT INTO public."PassengerCard" (passenger_id, card_id)
            SELECT p.passenger_id, c.card_id FROM public."Passenger" p
            CROSS JOIN LATERAL (SELECT card_id FROM public."BonusCard"
ORDER BY random() + (p.passenger_id * 0) LIMIT 1) c
            WHERE random() < 0.4;

            INSERT INTO public."Ticket" (trip_id, passenger_id,
seat_number)
            SELECT t.trip_id, p.passenger_id, floor(random()*60 +
1)::text || 'A'
            FROM public."Passenger" p
            CROSS JOIN LATERAL (SELECT trip_id FROM public."Trip" ORDER
BY random() + (p.passenger_id * 0) LIMIT 1) t;
```

Виконання пункту №3

Для аналізу даних реалізовано функцію складного пошуку, яка об'єднує дані з чотирьох таблиць (Ticket, Trip, Route, Station). Користувач вводить критерії фільтрації з клавіатури (мінімальна ціна та частина назви міста відправлення). Система виконує SQL-запит, який не лише фільтрує рядки, а й групує їх для отримання статистики.

```
--- ЗАЛІЗНИЧНА КАСА (RGR) ---
1. Згенерувати базу даних (SQL Random)
2. Показати квитки (Top 50)
3. Додати станцію
4. Видалити станцію (з перевіркою зв'язків)
5. Пошук рейсів (з таймером)
6. Редагувати станцію (UPDATE)
7. Додати маршрут (Тест Foreign Key)
0. Вихід
Ваш вибір: 5
Мінімальна ціна квитка: 1000
Частина назви міста відправлення: Ки
Напрямок        | Транспорт       | Продано квитків | Середня ціна
------------------------------------------------------------------------
Варшава         | Plane           | 1985            | 4470.62
Прага           | Plane           | 1447            | 4469.87
Лондон          | Plane           | 939             | 4443.84
Берлін          | Plane           | 1891            | 4337.85
Варшава         | Train           | 1027            | 2784.98
Лондон          | Train           | 700             | 2710.52
Берлін          | Train           | 1636            | 2702.19
Прага           | Train           | 1513            | 2565.76
Лондон          | Bus             | 321             | 1572.94
Варшава         | Bus             | 624             | 1538.42
Прага           | Bus             | 502             | 1373.21
Берлін          | Bus             | 630             | 1272.34

[INFO]: Час виконання запиту: 34.45 мс
```

SQL-запит пошуку: Згідно з вимогами, запит містить оператори WHERE (фільтрація) та GROUP BY (групування). Використовується агрегатна функція COUNT() для підрахунку кількості проданих квитків та AVG() для обчислення середньої ціни.

```python
def search_complex(self, min_price, city_part):
    query = """
        SELECT
            r.destination AS "Напрямок",
            tr.transport AS "Транспорт",
            COUNT(t.ticket_id) AS "Продано квитків",
            ROUND(AVG(tr.price), 2) AS "Середня ціна"
        FROM public."Ticket" t
        JOIN public."Trip" tr ON t.trip_id = tr.trip_id
        JOIN public."Route" r ON tr.route_id = r.route_id
        JOIN public."Station" s ON r.station_id = s.station_id
        WHERE tr.price >= %s AND s.city ILIKE %s
        GROUP BY r.destination, tr.transport
        ORDER BY "Середня ціна" DESC
    """
    with self.conn.cursor() as cur:
        cur.execute(query, (min_price, f'%{city_part}%'))
        return cur.fetchall(), [desc[0] for desc in cur.description]
```

Аналіз продуктивності: Для оцінки швидкодії роботи бази даних на великих обсягах інформації (100 000 записів) у контролері реалізовано замір часу виконання запиту за допомогою модуля time. Результат вимірювання виводиться користувачеві відразу після таблиці з даними.

Виконання пункту №4:

Модуль model.py є ключовим компонентом архітектури MVC (Model-View-Controller) у розробленому додатку. Він відповідає за безпосередню взаємодію з системою управління базами даних PostgreSQL. У класі Model інкапсульовано всі SQL-запити, параметри підключення та логіку обробки транзакцій. Інші частини програми (View, Controller) не мають прямого доступу до бази даних, а звертаються до методів цього класу.

Лістинг коду модуля model.py:

```python
import psycopg2

from db_config import db_params
```

```
class Model:
    def __init__(self):
        self.conn = None
        try:
            self.conn = psycopg2.connect(**db_params)
            self.conn.autocommit = True
        except Exception as e:
            print(f"Помилка підключення: {e}")

    def __del__(self):
        if self.conn:
            self.conn.close()



    def generate_data(self, count_passengers):
        sql = f"""
            TRUNCATE "Ticket", "PassengerCard", "BonusCard", "Trip",
"Route", "Passenger", "Station" RESTART IDENTITY CASCADE;

            INSERT INTO public."BonusCard" (level) VALUES ('Silver'),
('Gold'), ('Standard');

            INSERT INTO public."Station" (name, city, type)
            SELECT 'Вокзал ' || (ARRAY['Центральний', 'Південний',
'Східний'])[floor(random()*3+1)],
```

```
                    (ARRAY['Київ', 'Львів', 'Одеса', 'Харків', 'Дніпро',
'Вінниця'])[floor(random()*6+1)],


(enum_range(NULL::station_type_enum))[floor(random()*3 + 1)]

            FROM generate_series(1, 50);



            INSERT INTO public."Route" (station_id, destination,
distance)

            SELECT s.station_id, (ARRAY['Варшава', 'Берлін', 'Прага',
'Лондон'])[floor(random()*4 + 1)], floor(random() * 2000 + 100)::int

            FROM public."Station" s CROSS JOIN generate_series(1, 4)
ORDER BY random() LIMIT 200;



            INSERT INTO public."Trip" (route_id, transport, dep_time,
price)

            SELECT r.route_id,
(enum_range(NULL::transport_enum))[floor(random()*3 + 1)],

                    lpad(floor(random()*24)::text, 2, '0') || ':' ||
lpad(floor(random()*60)::text, 2, '0'), floor(random() * 5000 +
200)::int

            FROM public."Route" r CROSS JOIN generate_series(1, 5)
ORDER BY random();



            INSERT INTO public."Passenger" (full_name, phone)

            SELECT (ARRAY['Олександр', 'Іван', 'Дмитро', 'Анна',
'Марія'])[floor(random()*5+1)] || ' ' || (ARRAY['Шевченко', 'Бойко',
'Коваль'])[floor(random()*3+1)],

                    '+380' || floor(random()*(999999999-660000000) +
660000000)::text

            FROM generate_series(1, {count_passengers});
```

```
            INSERT INTO public."PassengerCard" (passenger_id, card_id)
            SELECT p.passenger_id, c.card_id FROM public."Passenger" p
            CROSS JOIN LATERAL (SELECT card_id FROM public."BonusCard"
ORDER BY random() + (p.passenger_id * 0) LIMIT 1) c
            WHERE random() < 0.4;

            INSERT INTO public."Ticket" (trip_id, passenger_id,
seat_number)
            SELECT t.trip_id, p.passenger_id, floor(random()*60 +
1)::text || 'A'
            FROM public."Passenger" p
            CROSS JOIN LATERAL (SELECT trip_id FROM public."Trip" ORDER
BY random() + (p.passenger_id * 0) LIMIT 1) t;
        """

        with self.conn.cursor() as cur:
            cur.execute(sql)

    def get_all_tickets(self, limit=50):
        query = """
            SELECT t.ticket_id, p.full_name, s.city, r.destination,
tr.price, tr.transport
            FROM public."Ticket" t
            JOIN public."Passenger" p ON t.passenger_id =
p.passenger_id
            JOIN public."Trip" tr ON t.trip_id = tr.trip_id
```

```
            JOIN public."Route" r ON tr.route_id = r.route_id
            JOIN public."Station" s ON r.station_id = s.station_id
            LIMIT %s
        """
        with self.conn.cursor() as cur:
            cur.execute(query, (limit,))
            return cur.fetchall(), [desc[0] for desc in
cur.description]

    def add_station(self, name, city, s_type):
        with self.conn.cursor() as cur:
            cur.execute('INSERT INTO public."Station" (name, city,
type) VALUES (%s, %s, %s)', (name, city, s_type))

    def delete_station(self, station_id):
        with self.conn.cursor() as cur:

            cur.execute('SELECT count(*) FROM public."Route" WHERE
station_id = %s', (station_id,))
            if cur.fetchone()[0] > 0:

                raise Exception(f"Неможливо видалити станцію ID
{station_id}: існують пов'язані маршрути!")

            cur.execute('DELETE FROM public."Station" WHERE station_id
= %s', (station_id,))
```

```
    def search_complex(self, min_price, city_part):
        query = """
            SELECT
                r.destination AS "Напрямок",
                tr.transport AS "Транспорт",
                COUNT(t.ticket_id) AS "Продано квитків",
                ROUND(AVG(tr.price), 2) AS "Середня ціна"
            FROM public."Ticket" t
            JOIN public."Trip" tr ON t.trip_id = tr.trip_id
            JOIN public."Route" r ON tr.route_id = r.route_id
            JOIN public."Station" s ON r.station_id = s.station_id
            WHERE tr.price >= %s AND s.city ILIKE %s
            GROUP BY r.destination, tr.transport
            ORDER BY "Середня ціна" DESC
        """
        with self.conn.cursor() as cur:
            cur.execute(query, (min_price, f'%{city_part}%'))
            return cur.fetchall(), [desc[0] for desc in
cur.description]



    def update_station(self, station_id, new_name, new_city, new_type):
        query = """
            UPDATE public."Station"
```

```
            SET name = %s, city = %s, type = %s
            WHERE station_id = %s
        """
        with self.conn.cursor() as cur:
            cur.execute(query, (new_name, new_city, new_type,
station_id))

            if cur.rowcount == 0:
                raise Exception(f"Станції з ID {station_id} не
знайдено.")


    def add_route(self, station_id, destination, distance):
        query = """
            INSERT INTO public."Route" (station_id, destination,
distance)
            VALUES (%s, %s, %s)
        """
        with self.conn.cursor() as cur:
            cur.execute(query, (station_id, destination, distance))
```

Опис функцій модуля:

1. **__init__**: Виконує підключення до бази даних PostgreSQL за допомогою бібліотеки psycopg2, використовуючи параметри з файлу конфігурації. Встановлює режим autocommit=True для автоматичного збереження транзакцій.
2. **generate_data(count_passengers)**: Реалізує пакетну генерацію тестових даних. Виконує SQL-скрипт, який очищає таблиці та

наповнює їх псевдовипадковими даними з дотриманням логічної цілісності. Кількість пасажирів передається як аргумент.

3. **get_all_tickets(limit)**: Отримує список останніх проданих квитків. Використовує оператори JOIN для об'єднання даних з 5 таблиць та повертає результат для відображення у View.
4. **add_station(...)**: Додає новий запис у таблицю Station.
5. **delete_station(station_id)**: Виконує видалення станції за її ID. Перед видаленням здійснює перевірку на наявність залежних записів у таблиці Route. Якщо такі записи існують, генерує виняток, забороняючи видалення.
6. **search_complex(...)**: Виконує аналітичний запит для пошуку та групування даних. Фільтрує рейси за ціною та містом, групує їх за напрямком і транспортом, а також обчислює агрегатні значення (кількість продажів, середня ціна).
7. **update_station(...)**: Оновлює дані існуючої станції (UPDATE). Перевіряє атрибут rowcount, щоб переконатися, що запис дійсно існував і був змінений.
8. **add_route(...)**: Додає новий маршрут у дочірню таблицю. Якщо передано неіснуючий station_id, база даних повертає помилку зовнішнього ключа, яка потім обробляється у контролері.