

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

**Факультет прикладної математики
Кафедра системного програмування і спеціалізованих
комп'ютерних систем**

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

З ДИСЦИПЛІНИ “БАЗИ ДАНИХ ТА ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ”

ТЕМА: “Засоби оптимізації роботи СУБД PostgreSQL ”

Виконав: Зорєв М.А

Група: КВ-11

Оцінка

Київ - 2023

Посилання на github-репозиторій

https://github.com/carcharodon256/DB_LABS.git

Завдання:

1. Перетворити модуль “Модель” з шаблону MVC РГР у вигляд об’єктно- реляційної проекції (ORM).
2. Створити та проаналізувати різні типи індексів у PostgreSQL.
3. Розробити тригер бази даних PostgreSQL.
4. Навести приклади та проаналізувати рівні ізоляції транзакцій у PostgreSQL.

Завдання 1

Коли мова йде про розробку Java-застосунків, що взаємодіють з базами даних, справи можуть ускладнюватися. Управління даними та взаємодія з базами даних може бути складним завданням. Тут на допомогу приходить техніка Об’єктно-Реляційного Відображення (ORM).

ORM — це корисний підхід, що з’єднує світ програмування на Java з базами даних. Він спрощує процес, відображаючи таблиці бази даних на класи Java, щоб розробники могли працювати з даними у більш зрозумілий, об’єктно-орієнтований спосіб.

Java Persistence API (JPA) — це набір правил, які визначають, як використовувати ORM у Java-застосунках. Він надає стандартний спосіб роботи з базами даних, незалежно від конкретного ORM-фреймворку, який використовується.

Серед популярних ORM-фреймворків для Java виділяється Hibernate. Hibernate є відкритим фреймворком, який дотримується правил JPA та пропонує додаткові можливості та поліпшення.

За допомогою Hibernate розробники можуть зосередитися на написанні коду Java, не займаючись складними запитаннями до бази даних. Hibernate вирішує завдання створення, оновлення та отримання даних, спрощуючи роботу з базами даних.

Hibernate також пропонує розширені можливості, такі як кешування, відкладене завантаження та управління транзакціями. Ці можливості покращують продуктивність та масштабованість Java-застосунків. Hibernate також надає потужну мову запитів, відому як Hibernate Query Language (HQL), що спрощує написання запитань до бази даних.

Отже, для виконання 1 завдання, було використано Spring Data JPA, пропоную розглянути реалізацію:

1. Спершу було створено класи-сутності для об’єктів-сутностей, що представлені в БД:

Таблиця для представлення об'єкту Dish:

```
14 usages
@Entity
@NoArgsConstructor
@AllArgsConstructor
public class Dish {

    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    private Long dishId;
    private String dishName;
    private int weight;
    private int price;
    private int servingsAmount;

    @ManyToOne
    @JoinColumn(name = "order_id", referencedColumnName = "orderId")
    private CustomerOrder order;
```

Таблиця для представлення об'єкту Client:

```
@Entity
@AllArgsConstructor
@NoArgsConstructor
public class Client {

    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    private Long clientId;
    private String clientEmailAddress;
    private String clientName;
    private String clientPhoneNumber;
```

Таблиця для представлення об'єкту Courier:

```
17 usages
@Entity
@AllArgsConstructor
@NoArgsConstructor
public class Courier {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    private Long courierId;
    private String courierPhoneNumber;
    private String courierName;
    private String transportKind;
    private double courierRating;
}
```

Таблиця для представлення об'єкту CustomerOrder:

```
18 usages
@Entity
@NoArgsConstructor
@AllArgsConstructor
public class CustomerOrder {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    private Long orderId;
    private int orderNumber;
    private String deliveryAddress;
    private Timestamp deliveryDateTime;

    @ManyToOne
    @JoinColumn(name = "client_id", referencedColumnName = "clientId")
    private Client client;

    @ManyToOne
    @JoinColumn(name = "courier_id", referencedColumnName = "courierId")
    private Courier courier;
}
```

Для реалізації зовнішніх зв'язків були використані поля, які мають анотації `@ManyToOne` та `@JoinColumn`. Вони дозволили прописати по якій колонці ми будемо з'єднувати таблиці, а також який тип зв'язку в нас буде.

2. Далі створюється репозиторії для цих сутностей, щоб мати можливість взаємодіяти з базою даних. Ці репозиторії наслідують `JpaRepository`, який приховує готові реалізації, нам потрібно всього лише написати для якої

моделі ми хочемо застосувати цей репозиторій. Ось їхні реалізації:

3. Репозиторій для Client:

```
4 usages
public interface ClientRepository extends JpaRepository<Client, Long> {
    1 usage
    @Query("SELECT c FROM Client c JOIN CustomerOrder o ON c.clientId = o.client.clientId GROUP BY c ORDER BY COUNT(o) DESC")
    List<Client> getClientsWithMostOrders();
}
```

Репозиторій для Courier:

```
3 usages
public interface CourierRepository extends JpaRepository<Courier, Long> {
}
```

Репозиторій для CustomerOrder:

```
3 usages
public interface CustomerOrderRepository extends JpaRepository<CustomerOrder, Long> {
}
```

Репозиторій для Dish:

```
3 usages
public interface DishRepository extends JpaRepository<Dish, Long> {
}
```

4. Для демонстрації коректної роботи програми було використано Postman, в якому виконав різноманітні операції над класами, які вимагались в умові.

Результати роботи:

5.

Створення клієнта:

Lab02 / AddClient

POST http://localhost:8080/clients

Params Authorization Headers (8) Body Pre-request Script Tests Settings

none form-data x-www-form-urlencoded raw binary GraphQL JSON

```
1 {
2   "clientEmailAddress": "client1@gmail.com",
3   "clientName": "Oleksiy",
4   "clientPhoneNumber": "0972397019"
5 }
```

Body Cookies Headers (5) Test Results

Status: 201 Created Time: 361 ms Size: 280 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "clientId": 3,
3   "clientEmailAddress": "client1@gmail.com",
4   "clientName": "Oleksiy",
5   "clientPhoneNumber": "0972397019"
6 }
```

Data Output Messages Notifications

	client_id [PK] bigint	client_email_address character varying	client_name character varying	client_phone_number character varying
1	3	client1@gmail.com	Oleksiy	0972397019

Отримання інформації про всіх клієнтів:

GET http://localhost:8080/clients

Params Authorization Headers (6) Body Pre-request Script Tests Settings

Query Params

	Key	Value	Description	...	Bulk Edit
	Key	Value	Description		

Body Cookies Headers (5) Test Results

Status: 200 OK Time: 129 ms Size: 277 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "clientId": 3,
3   "clientEmailAddress": "client1@gmail.com",
4   "clientName": "Oleksiy",
5   "clientPhoneNumber": "0972397019"
6 }
```

Оновлення клієнта:

PUT

http://localhost:8080/clients/3

Send

ParamsAuthorizationHeaders (8)BodyPre-request ScriptTestsSettingsCookies

noneform-datax-www-form-urlencodedrawbinaryGraphQLJSON

1{

2"clientEmailAddress": "client10@gmail.com",

3"clientName": "Oleh",

4"clientPhoneNumber": "0631231234"

5 }

BodyCookiesHeaders (5)Test Results

Status: 200 OKTime: 68 msSize: 273 BSave as example

PrettyRawPreviewVisualizeJSON

1{

2 "clientId": 3,

3 "clientEmailAddress": "client10@gmail.com",

4 "clientName": "Oleh",

5 "clientPhoneNumber": "0631231234"

6 }

	client_id [PK] bigint	client_email_address character varying	client_name character varying	client_phone_number character varying
1	3	client10@gmail.com	Oleh	0631231234

Видалення клієнта:

DELETE

http://localhost:8080/clients/3

Send

ParamsAuthorizationHeaders (6)BodyPre-request ScriptTestsSettingsCookies

Query Params

	Key	Value	Description
	Key	Value	Description

BodyCookiesHeaders (5)Test Results

Status: 200 OKTime: 38 msSize: 180 BSave as example

PrettyRawPreviewVisualizeJSON

1{

2 "deleted": true

3 }

	client_id [PK] bigint	client_email_address character varying	client_name character varying	client_phone_number character varying
1	4	client2@gmail.com	Andriy	0972397019
2	5	client2@gmail.com	Vitalii	0972397019

Список клієнтів з найбільшою кількістю замовлень:

GET http://localhost:8080/clients/mostOrders

Params Authorization Headers (6) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies

Query Params

Key	Value	Description	...	Bulk Edit
Key	Value	Description		

Body Cookies Headers (5) Test Results Status: 200 OK Time: 149 ms Size: 276 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 [
2   {
3     "clientId": 4,
4     "clientEmailAddress": "client2@gmail.com",
5     "clientName": "Andriy",
6     "clientPhoneNumber": "0972397019"
7   }
8 ]
```

Створення кур'єра:

POST http://localhost:8080/couriers

Params Authorization Headers (8) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies Beautify

none form-data x-www-form-urlencoded raw binary GraphQL JSON

```
1 {
2   "courierName": "Vitalik",
3   "courierPhoneNumber": "0972397019",
4   "transportKind": "Bus",
5   "courierRating": 10
6 }
```

Body Cookies Headers (5) Test Results Status: 201 Created Time: 30 ms Size: 285 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "courierId": 3,
3   "courierPhoneNumber": "0972397019",
4   "courierName": "Vitalik",
5   "transportKind": "Bus",
6   "courierRating": 10.0
7 }
```

Data Output Messages Notifications

	courier_id [PK] bigint	courier_name character varying	courier_phone_number character varying	courier_rating double precision	transport_kind character varying
1	3	Vitalik	0972397019	10	Bus

Отримання інформації про всіх кур’єрів:

GET

http://localhost:8080/couriers

Send

Params

Authorization

Headers (6)

Body

Pre-request Script

Tests

Settings

Cookies

Query Params

Key	Value	Description	Bulk Edit
Key	Value	Description	

Body

Cookies

Headers (5)

Test Results

Status: 200 OK

Time: 18 ms

Size: 282 B

Save as example

Pretty

Raw

Preview

Visualize

JSON

```
1 [
2   {
3     "courierId": 3,
4     "courierPhoneNumber": "0972397019",
5     "courierName": "Vitalik",
6     "transportKind": "Bus",
7     "courierRating": 10.0
8   }
9 ]
```

Оновлення кур’єра:

PUT

http://localhost:8080/couriers/3

Send

Params

Authorization

Headers (8)

Body

Pre-request Script

Tests

Settings

Cookies

none

form-data

x-www-form-urlencoded

raw

binary

GraphQL

JSON

```
1 {
2   ... "courierName": "Andrii",
3   ... "courierPhoneNumber": "0972397019",
4   ... "transportKind": "Bicycle",
5   "courierRating": 7
6 }
```

Body

Cookies

Headers (5)

Test Results

Status: 200 OK

Time: 22 ms

Size: 282 B

Save as example

Pretty

Raw

Preview

Visualize

JSON

```
1 {
2   "courierId": 3,
3   "courierPhoneNumber": "0972397019",
4   "courierName": "Andrii",
5   "transportKind": "Bicycle",
6   "courierRating": 7.0
7 }
```

Data Output

Messages

Notifications

	courier_id [PK] bigint	courier_name character varying	courier_phone_number character varying	courier_rating double precision	transport_kind character varying
1	3	Andrii	0972397019	7	Bicycle

Видалення кур’єра:

DELETE http://localhost:8080/couriers/3

Send

Params Authorization Headers (6) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies

Query Params

Key	Value	Description	...	Bulk Edit
Key	Value	Description		

Body Cookies Headers (5) Test Results

Status: 200 OK Time: 13 ms Size: 180 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "deleted": true
3 }
```

Data Output Messages Notifications

	courier_id [PK] bigint	courier_name character varying	courier_phone_number character varying	courier_rating double precision	transport_kind character varying
--	---------------------------	-----------------------------------	---	------------------------------------	-------------------------------------

Створення замовлення:

POST http://localhost:8080/orders

Send

Params Authorization Headers (8) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies

none form-data x-www-form-urlencoded raw binary GraphQL JSON

Beautifuly

```
1 {
2   "orderNumber": 1231,
3   "deliveryAddress": "Львів",
4   "deliveryDateTime": "2023-12-20T12:00:00",
5   "client": {
6     "clientId": 4
7   },
8   "courier": {
9     "courierId": 4
10  }
11 }
```

Body Cookies Headers (5) Test Results

Status: 201 Created Time: 73 ms Size: 488 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "orderId": 5,
3   "orderNumber": 1231,
4   "deliveryAddress": "Львів",
5   "deliveryDateTime": "2023-12-20T12:00:00+00:00",
6   "client": {
7     "clientId": 4,
```

Data Output Messages Notifications

	order_id [PK] bigint	delivery_address character varying	delivery_date_time timestamp without time zone (6)	order_number integer	client_id bigint	courier_id bigint
1	5	Львів	2023-12-20 14:00:00	1231	4	4

Отримання інформації про всі замовлення:

GET <http://localhost:8080/orders> Send

Params Authorization Headers (6) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies

Query Params

Key	Value	Description	...	Bulk Edit
Key	Value	Description		

Body Cookies Headers (5) Test Results

Status: 200 OK Time: 47 ms Size: 527 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "orderId": 5,
3   "orderNumber": 1231,
4   "deliveryAddress": "Львів",
5   "deliveryDateTime": "2023-12-20T12:00:00.000+00:00",
6   "client": {
7     "clientId": 4,
8     "clientEmailAddress": "client2@gmail.com",
9     "clientName": "Andriy",
10    "clientPhoneNumber": "0972397019"
11  },
12  "courier": {
13    "courierId": 4,
14    "courierPhoneNumber": "0972397019",
15    "courierName": "Vitalik",
16    "transportKind": "Bus",
17    "courierRating": 10.0
18  }
19 }
20 }
```

Оновлення замовлення:

PUT <http://localhost:8080/orders/5> Send

Params Authorization Headers (8) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies

none form-data x-www-form-urlencoded raw binary GraphQL JSON Beautify

```
1 {
2   "orderNumber": 1231,
3   "deliveryAddress": "Київ",
4   "deliveryDateTime": "2023-12-25T12:00:00.000+00:00"
5 }
```

Body Cookies Headers (5) Test Results

Status: 200 OK Time: 34 ms Size: 523 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "orderId": 5,
3   "orderNumber": 1231,
4   "deliveryAddress": "Київ",
5   "deliveryDateTime": "2023-12-25T12:00:00.000+00:00",
6   "client": {
```

Видалення замовлення:

DELETE http://localhost:8080/orders/5

Send

Params Authorization Headers (6) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies

Query Params

Key	Value	Description
Key	Value	Description

Body Cookies Headers (5) Test Results

Status: 200 OK Time: 20 ms Size: 180 B Save as example

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "deleted": true
3 }
```

Створення страви:

POST http://localhost:8080/dishes

Send

Params Authorization Headers (8) Body Pre-request Script Tests Settings Cookies Beautify

none form-data x-www-form-urlencoded raw binary GraphQL JSON

```
1 {
2   "dishName": "Млинці",
3   "weight": 500,
4   "price": 150,
5   "servingsAmount": 1,
6   "order": {
7     "orderId": 6
8   }
9 }
10
```

body Cookies Headers (5) Test Results

Status: 201 Created Time: 39 ms Size: 365 B Save as example

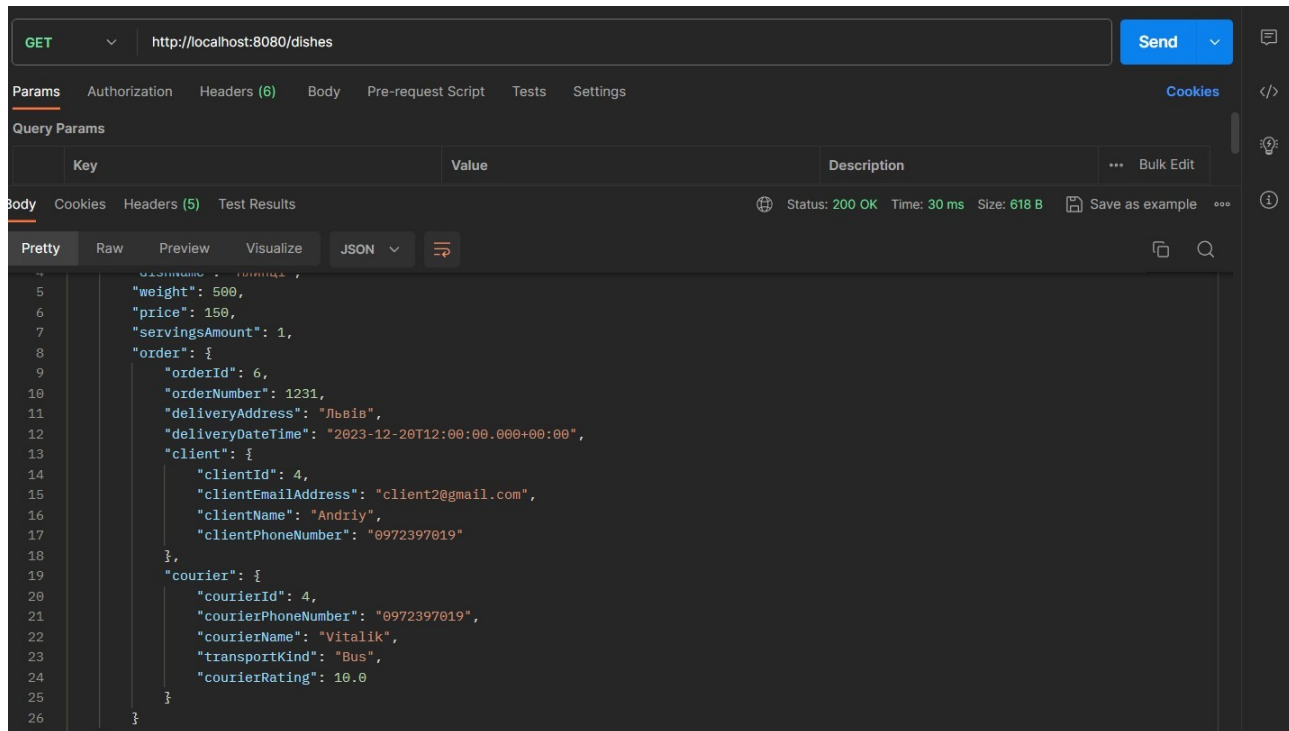
Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "dishId": 3,
3   "dishName": "Млинці",
4   "weight": 500,
5   "price": 150,
6   "servingsAmount": 1,
7   "order": {
8     "orderId": 6,

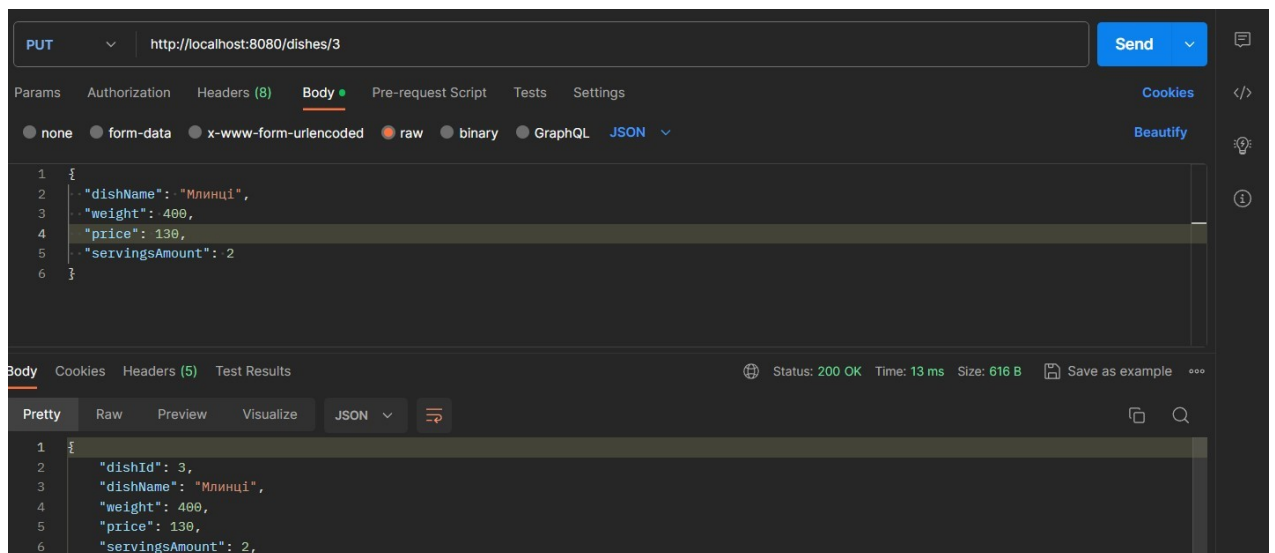
```

	dish_id [PK] bigint	dish_name character varying	price integer	servings_amount integer	weight integer	order_id bigint
1	3	Млинці	150	1	500	6

Отримання інформації про всі страви:



Оновлення страви:



Видалення страви:

The screenshot shows a REST client interface with a DELETE request to `http://localhost:8080/dishes/3`. The response is a JSON object: `{ "deleted": true }`. Below the response, a table shows the database schema for the 'dishes' table.

dish_id	dish_name	price	servings_amount	weight	order_id
[PK] bigint	character varying	integer	integer	integer	bigint

Завдання 2

BRIN

Основна ідея Brin-індексу полягає в групуванні блоків даних у проміжки (range) і побудові індексу, який містить інформацію про кожен проміжок. Кожен проміжок представляє собою діапазон значень у відсортованих блоках даних.

Для числових або датових даних, Brin-індекс може ефективно управляти діапазонами, що дозволяє прискорити виконання запитів, які використовують умови діапазонного пошуку.

Основні переваги Brin-індексу включають:

- Ефективність для великих обсягів даних: Brin-індекси особливо ефективні для таблиць з великою кількістю даних, коли інші типи індексів можуть виявитися менш ефективними.
- Економія місця: Цей тип індексу зазвичай вимагає менше місця в порівнянні з традиційними B-дерев'яними індексами, оскільки Brin-індекс не зберігає інформацію про кожен окремий рядок даних.
- Підтримка зжаття: Brin-індекс підтримує зжаття, що може додатково зменшити вимоги до місця.

GIN

GIN-індекси призначені для ефективної роботи з даними, що мають складні структури, такі як масиви чи текстові документи. Основна ідея GIN-індексу полягає в побудові інвертованого індексу для кожного елемента в масиві або кожного терміну в текстовому документі.

Основні властивості та переваги GIN-індексів:

- Масиви та текстові поля: GIN-індекси найчастіше використовуються для індексації масивів та текстових полів, де значення може містити багато елементів або термінів.
- Повний текстовий пошук: GIN-індекси є потужним інструментом для повного текстового пошуку в PostgreSQL. Вони дозволяють ефективно виконувати пошук за словами у текстових документах.
- Множинні значення: GIN-індекси підтримують множинні значення для одного рядка, дозволяючи ефективно індексувати та шукати дані, що мають багато значень.
- Пошук в масивах: Якщо у вас є стовпець, який містить масиви, GIN-індекс дозволить ефективно виконувати пошук за елементами цих масивів.

Далі перейдемо до прикладів створення та використання індексів, аналізу їх роботи:

1. BRIN-індекс для стовпця `courier_rating` у таблиці `courier`:

```
CREATE INDEX idx_courier_rating_brin ON public.courier USING  
BRIN(courier_rating);
```

Цей індекс може бути ефективним, якщо часто виконуються запити, які фільтрують кур'єрів за їхнім рейтингом.

Ось результати роботи з та без індексу:

Query Query History

1 **EXPLAIN ANALYZE**
2 **SELECT** * **FROM** courier **WHERE** courier_rating > 4.5;
3

Data Output Messages Notifications

+

📄

▼

📋

▼

🗑️

🗄️

⬇️

📈

	QUERY PLAN	
	text	🔒
1	Seq Scan on courier (cost=0.00..1.61 rows=1 width=36) (actual time=0.016..0.021 rows=1 loops...	
2	Filter: (courier_rating > '4.5'::double precision)	
3	Rows Removed by Filter: 48	
4	Planning Time: 0.521 ms	
5	Execution Time: 0.035 ms	

Query Query History

1 **EXPLAIN ANALYZE**
2 **SELECT** * **FROM** courier **WHERE** courier_rating > 4.5;
3

Data Output Messages Notifications

+

📄

▼

📋

▼

🗑️

🗄️

⬇️

📈

	QUERY PLAN	
	text	🔒
1	Seq Scan on courier (cost=0.00..1.61 rows=1 width=36) (actual time=0.008..0.012 rows=1 loops...	
2	Filter: (courier_rating > '4.5'::double precision)	
3	Rows Removed by Filter: 48	
4	Planning Time: 0.305 ms	
5	Execution Time: 0.022 ms	

Як бачимо, час з використанням індексу зменшився, отже він буде ефективним в даній ситуації.

2. BRIN-індекс для стовпця weight у таблиці dish:

CREATE INDEX idx_dish_weight_brin ON public.dish USING BRIN(weight);

Цей індекс може бути корисним, якщо часто виконуються запити, які фільтрують страви за їхньою вагою.

```
2 EXPLAIN ANALYZE
3 SELECT AVG(weight) AS avg_weight, MAX(weight) AS max_weight
4 FROM dish
5 WHERE weight > 500
6 GROUP BY weight
7 ORDER BY weight DESC;
8
```

	QUERY PLAN
1	GroupAggregate (cost=1.61..1.63 rows=1 width=40) (actual time=0.056..0.057 rows=0 loops=1)
2	Group Key: weight
3	-> Sort (cost=1.61..1.61 rows=1 width=4) (actual time=0.055..0.056 rows=0 loops=1)
4	Sort Key: weight DESC
5	Sort Method: quicksort Memory: 25kB
6	-> Seq Scan on dish (cost=0.00..1.60 rows=1 width=4) (actual time=0.030..0.031 rows=0 loops=1)
7	Filter: (weight > 500)
8	Rows Removed by Filter: 48
9	Planning Time: 0.592 ms
10	Execution Time: 0.100 ms

```
1 -- Запит з сортуванням та агрегацією
2 EXPLAIN ANALYZE
3 SELECT AVG(weight) AS avg_weight, MAX(weight) AS max_weight
4 FROM dish
5 WHERE weight > 500
6 GROUP BY weight
7 ORDER BY weight DESC;
8
```

	QUERY PLAN
1	GroupAggregate (cost=1.61..1.63 rows=1 width=40) (actual time=0.035..0.036 rows=0 loops=1)
2	Group Key: weight
3	-> Sort (cost=1.61..1.61 rows=1 width=4) (actual time=0.034..0.034 rows=0 loops=1)
4	Sort Key: weight DESC
5	Sort Method: quicksort Memory: 25kB
6	-> Seq Scan on dish (cost=0.00..1.60 rows=1 width=4) (actual time=0.021..0.022 rows=0 loops=1)
7	Filter: (weight > 500)
8	Rows Removed by Filter: 48
9	Planning Time: 0.424 ms
10	Execution Time: 0.070 ms

Знову можемо спостерігати, що наявність індекса пришвидшує пошук з агрегуючими функціями.

3. GIN-індекс для текстового вектора transport_kind в таблиці courier:

CREATE INDEX idx_courier_transport_kind_gin ON public.courier USING GIN (to_tsvector('english', transport_kind));

Цей приклад створює GIN-індекс для повного текстового вектора transport_kind у таблиці courier з використанням функції to_tsvector для індексації тексту.

Query Query History

```
1 EXPLAIN ANALYZE
2 SELECT * FROM courier
3 WHERE to_tsvector('english', transport_kind) @@ to_tsquery('english', 'your_search_term');
4
```

Data Output Messages Notifications



QUERY PLAN	
text	
1	Seq Scan on courier (cost=0.00..13.86 rows=1 width=36) (actual time=0.085..0.086 rows=...
2	Filter: (to_tsvector('english':regconfig, (transport_kind)::text) @@ "search" <-> "term":tsqu...
3	Rows Removed by Filter: 49
4	Planning Time: 0.412 ms
5	Execution Time: 0.097 ms

```
1 EXPLAIN ANALYZE
2 SELECT * FROM courier
3 WHERE to_tsvector('english', transport_kind) @@ to_tsquery('english', 'your_search_term');
4
```

Data Output Messages Notifications



QUERY PLAN	
text	
1	Seq Scan on courier (cost=0.00..13.86 rows=1 width=36) (actual time=0.068..0.068 rows=...
2	Filter: (to_tsvector('english':regconfig, (transport_kind)::text) @@ "search" <-> "term":tsqu...
3	Rows Removed by Filter: 49
4	Planning Time: 0.420 ms
5	Execution Time: 0.080 ms

Можемо спостерігати, що наявність індекса не суттєво, але пришвидшує пошук з агрегуючими функціями.

4. GIN-індекс для стовпця delivery_address у таблиці customer_order:

```
CREATE INDEX idx_customer_order_delivery_address_gin ON  
public.customer_order USING GIN(to_tsvector('english', delivery_address));
```

У цьому прикладі ми використовуємо GIN-індекс для індексації текстових даних у стовпці delivery_address. Функція to_tsvector конвертує текст у вектор, який можна індексувати.

The screenshot displays two instances of a PostgreSQL query editor. The top instance shows the execution of a query without the GIN index, resulting in a Seq Scan. The bottom instance shows the execution of the same query with the GIN index, resulting in a Bitmap Index Scan.

Query:

```
1 EXPLAIN ANALYZE  
2 SELECT * FROM customer_order  
3 WHERE to_tsvector('english', delivery_address) @@ to_tsquery('english', 'Львів');  
4
```

Query Plan (Top):

Step	Operation	Cost	Rows	Width	Actual Time	Actual Rows	Actual Loops
1	Seq Scan on customer_order	0.00..13.08	1	46	0.025..0.162	34	loops...
2	Filter: (to_tsvector(english::regconfig, (delivery_address)::text) @@ "Львів":tsquery)						
3	Rows Removed by Filter: 12						
4	Planning Time: 0.123 ms						
5	Execution Time: 0.179 ms						

Query Plan (Bottom):

Step	Operation	Cost	Rows	Width	Actual Time	Actual Rows	Actual Loops
1	Bitmap Heap Scan on customer_order	8.00..12.26	1	46	0.025..0.027	34	loops=1
2	Recheck Cond: (to_tsvector(english::regconfig, (delivery_address)::text) @@ "Львів":tsquery)						
3	Heap Blocks: exact=1						
4	-> Bitmap Index Scan on idx_customer_order_delivery_address_gin	0.00..8.00	1	0	0.020..0.020	34	loop...
5	Index Cond: (to_tsvector(english::regconfig, (delivery_address)::text) @@ "Львів":tsquery)						
6	Planning Time: 0.346 ms						
7	Execution Time: 0.075 ms						

В даному випадку ми можемо спостерігати, що індекс суттєво пришвидшив виконання запиту.

Завдання 3

Ознайомився з інформацією про тригери і згідно до варіанту створив тригер, який має умови для тригера: before insert, delete.

У цьому прикладі ми створюємо тригер order_changes_trigger, який викликає функцію log_order_changes перед вставкою чи видаленням

запису в таблиці `customer_order`. Функція `log_order_changes` логує зміни до таблиці `order_changes_log`.

-- Створення таблиці `order_changes_log`

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS public.order_changes_log
```

```
(
```

```
    log_id SERIAL PRIMARY KEY,
```

```
    order_id bigint,
```

```
    action VARCHAR(50),
```

```
    action_timestamp timestamp(6) without time zone
```

```
);
```

-- Створення тригера

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION
```

```
log_order_changes() RETURNS TRIGGER AS $$
```

```
DECLARE
```

```
    action_text VARCHAR(50);
```

```
BEGIN
```

```
    -- Визначення типу дії (вставка або видалення)
```

```
    IF TG_OP = 'INSERT' THEN
```

```
        action_text := 'Inserted';
```

```
    ELSIF TG_OP = 'DELETE' THEN
```

```
        action_text := 'Deleted';
```

```
    ELSE
```

```
        action_text := 'Unknown';
```

```
    END IF;
```

```
    -- Логування змін
```

```
    INSERT INTO order_changes_log (order_id, action, action_timestamp)
```

```
    VALUES (NEW.order_id, action_text, CURRENT_TIMESTAMP);
```

```
    RETURN NULL; -- Повертаємо NULL, оскільки це тригер "before"
```

```
END;
```

```
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

-- Створення тригера "before insert, delete"

CREATE TRIGGER order_changes_trigger

BEFORE INSERT OR DELETE ON

customer_order

FOR EACH ROW EXECUTE FUNCTION log_order_changes();

Виконання вставки записів, а також видалення

The screenshot shows a database query editor with two tabs: "Query" and "Query History". The "Query" tab is active, displaying the following SQL code:

```
1  -- Вставка записів
2  INSERT INTO customer_order (delivery_address, delivery_date_time, order_number, client_id, courier_id)
3  VALUES ('Київ', '2023-01-01', 1, 1, 1);
4
5  -- Видалення запису
6  DELETE FROM customer_order WHERE order_id = 1;
7
8
```

Below the query editor, there are three tabs: "Data Output", "Messages", and "Notifications". The "Data Output" tab is active, showing the result of the DELETE query:

```
DELETE 0
```

Below the "Data Output" tab, a message is displayed: "Query returned successfully in 65 msec."

Зміни зафіксувались в журналі логувань:

The screenshot shows a database query editor with two tabs: "Query" and "Query History". The "Query" tab is active, displaying the following SQL code:

```
1  SELECT * FROM public.order_changes_log
2  ORDER BY log_id ASC
```

Below the query editor, there are three tabs: "Data Output", "Messages", and "Notifications". The "Data Output" tab is active, showing the result of the SELECT query as a table:

log_id [PK] integer	order_id bigint	action character varying	action_timestamp timestamp without time zone (6)
1	1	Inserted	2023-12-21 21:57:08.77736
2	2	Inserted	2023-12-21 22:01:02.942036

Спроба вставити декілька записів:

Query Query History

```
1 -- Вставка декількох записів
2 INSERT INTO customer_order (delivery_address, delivery_date_time, order_number, client_id, courier_id)
3 VALUES
4     ('Київ', '2023-01-01', 1, 1, 1),
5     ('Львів', '2023-02-01', 2, 2, 2),
6     ('Одеса', '2023-03-01', 3, 3, 3);
7
8 -- Видалення запису
9 DELETE FROM customer_order WHERE order_id IN (1, 2, 3);
10
11
12
```

Data Output Messages Notifications

DELETE 0

Query returned successfully in 114 msec.

Журнал логувань в свою чергу залогував всю інформацію:

Query Query History

```
1 SELECT * FROM public.order_changes_log
2 ORDER BY log_id ASC
```

Data Output Messages Notifications

log_id [PK] integer	order_id bigint	action character varying	action_timestamp timestamp without time zone (6)
1	1	53 Inserted	2023-12-21 21:57:08.77736
2	2	54 Inserted	2023-12-21 22:01:02.942036
3	3	55 Inserted	2023-12-21 22:07:20.567309
4	4	56 Inserted	2023-12-21 22:07:20.567309
5	5	57 Inserted	2023-12-21 22:07:20.567309

✓ Successfully run. Total query runtime: 82 msec. 5 rows affected. ✓

Завдання 4

Рівень ізоляції READ COMMITTED

В середовищі PostgreSQL цей рівень стоїть по дефолту, тому не допускається брудне читання, і його неможливо продемонструвати. Ось приклад, як рівень ізоляції READ COMMITTED бореться з брудним читанням:

Сесія 1 (Читання Даних):

BEGIN;

SELECT * FROM public.client WHERE client_id = 1; -- Запит 1

Query

Query History

1

BEGIN;

2

SELECT * FROM public.client WHERE client_id = 5;

3

4

5

Data Output

Messages

Notifications

	client_id [PK] bigint	client_email_address character varying	client_name character varying	client_phone_number character varying
1	5	client2@gmail.com	Vitalii	0972397019

Сесія 2 (Модифікація Даних):

BEGIN;

UPDATE public.client SET client_name = 'Client 1 - Updated' WHERE client_id = 1; -- Запит 2

COMMIT;

<

Сесія 1 (Продовження Читання Даних):

SELECT * FROM public.client WHERE client_id = 1; -- Запит 3

COMMIT;

Query		Query History	
1	BEGIN;		
2	SELECT * FROM public.client WHERE client_id = 5;		
3	COMMIT;		
4			
5			

Data Output		Messages		Notifications	
	client_id [PK] bigint	client_email_address character varying	client_name character varying	client_phone_number character varying	
1	5	client2@gmail.com	Client 5 - Updated	0972397019	

Запит 1 в сесії 1 відобразить старий запис, оскільки транзакція модифікації (Запит 2) в сесії 2 не закінчилася. Запит 3 в сесії 1, який викликається після COMMIT в сесії 2, відобразить оновлений запис.

Це показує, як рівень ізоляції "read committed" допомагає уникнути брудного читання, оскільки читання в сесії 1 побачить тільки закомічені зміни в сесії 2.

Рівень ізоляції REPEATABLE READ

При рівні ізоляції «Repeatable Read», транзакція бачить всі зміни в базі даних, які були фіксовані іншими транзакціями до її початку. Це означає, що під час виконання транзакції всі зміни, внесені іншими транзакціями до її початку, будуть видимі, і вони не будуть змінюватися під час виконання транзакції. Після фіксації транзакції, всі її зміни стають видимими для інших транзакцій.

Застосуємо SELECT з client_id = 5, попередньо зафіксувавши рівень ізоляції repeatable read:

Query		Query History	
1	SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL REPEATABLE READ;		
2	BEGIN;		
3	SELECT * FROM client WHERE client_id = 5;		

Data Output		Messages		Notifications	
	client_id [PK] bigint	client_email_address character varying	client_name character varying	client_phone_number character varying	
1	5	client2@gmail.com	Client 5 - Updated	0972397019	

Спробуємо оновити ім'я клієнта з `client_id = 5` на Oleh у іншій транзакції:

```
Query  Query History
1 SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL REPEATABLE READ;
2 BEGIN;
3 UPDATE client SET client_name = 'Oleh' WHERE client_id = 5;
4 COMMIT;
```

COMMIT

Query returned successfully in 44 msec.

Повторна вибірка першою транзакцією:

Після фіксації другої транзакції, перша транзакція відображатиме дані з самого початку її виконання (заморожені дані). Отже, отримуємо старе ім'я клієнта оскільки дані для першої транзакції були заморожені до початку другої транзакції

Query Query History

1 SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL REPEATABLE READ;

2 BEGIN;

3 SELECT * FROM client WHERE client_id = 5;

Data Output Messages Notifications

	client_id [PK] bigint	client_email_address character varying	client_name character varying	client_phone_number character varying
1	5	client2@gmail.com	Client 5 - Updated	0972397019

Рівень ізоляції SERIALIZABLE

Вибираємо всіх клієнтів з айді в діапазоні 1-55:

QueryQuery History

123

SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE;
BEGIN;
SELECT * FROM client WHERE client_id BETWEEN 1 AND 55;

Data OutputMessagesNotifications

client_id [PK] bigint
client_email_address character varying
client_name character varying
client_phone_number character varying

35	40	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
36	41	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
37	42	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
38	43	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
39	44	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
40	45	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
41	46	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
42	47	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
43	48	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
44	49	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
45	50	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
46	4	client2@gmail.com	Client 1 - Updated	0972397019
47	5	client2@gmail.com	Oleh	0972397019

Successfully run. Total query runtime: 77 msec. 47 rows affected.

Вставляємо нові дані в цей проміжок в паралельній транзакції:

QueryQuery History

123

SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE;
BEGIN;
INSERT INTO client (client_name, client_phone_number) VALUES ('New Client', '123-456-7890');

Data OutputMessagesNotifications

INSERT 0 1

Query returned successfully in 55 msec.

В 1 транзакції дані не змінились, отже рівень ізоляції SERIALIZABLE захистив нас від фантомного читання:

The screenshot shows a PostgreSQL client interface with the following components:

- Query Editor:** Contains the following SQL query:

```
1 SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE;  
2 BEGIN;  
3 SELECT * FROM client WHERE client_id BETWEEN 1 AND 55;
```
- Data Output:** Displays the results of the query in a table format. The table has four columns: `client_id` (PK), `client_email_address`, `client_name`, and `client_phone_number`.

	client_id [PK] bigint	client_email_address character varying	client_name character varying	client_phone_number character varying
35	40	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
36	41	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
37	42	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
38	43	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
39	44	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
40	45	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
41	46	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
42	47	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
43	48	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
44	49	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
45	50	client2@gmail.com	Andrii	0972397019
46	4	client2@gmail.com	Client 1 - Updated	0972397019
47	5	client2@gmail.com	Oleh	0972397019
48	51	client@gmail.com	New Client	123-456-7890