

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Лабораторна робота №10

з дисципліни

“ Операційні системи”

Тема

«Керування процесами-транзакціями в базах даних.

Частина 2»

Виконав:

Демцун А.О

Перевірили:

Блажко О.А

Дрозд М.О.

Одеса 2021

Мета роботи: дослідити поведінку процесів-транзакцій в базах даних та засоби керування ними через механізм блокування з використанням сучасних систем керування базами даних.

Хід роботи:

1. Перелік завдань до лабораторної роботи
2. Результатами виконання пунктів завдань
3. Висновки

Перелік завдань до лабораторної роботи:

Завдання 1. Аналіз роботи багато версійного протоколу

Підготуйте чотири транзакції за прикладом з рисунку 2:

- T1 – отримання номеру транзакції, внесення нового рядка в таблицю та перегляд вмісту таблиці;
- T2 – постійний перегляд вмісту таблиці
- T3 – видалення рядку з наступною відміною цієї операції;
- T4 – зміна значення однієї з колонок рядка.

В операцію читання рядка таблиці додайте системні колонки xmin, xmax. На кожному кроці виконання транзакції переглядайте значення колонок xmin, xmax та зробіть відповідні висновки.

Завдання 2. Аналіз стану транзакцій на різних рівнях багаторівневого блокування

Виконайте послідовно в двох терміналах наступні комбінації блокувань таблиці:

IX-IS, SIX-IX, SIX-IS. Надайте висновки про сумісність блокувань.

Для кожної комбінації блокувань перед завершенням 1-ї транзакції (яка розпочалася раніше) в додатковому терміналі через команду `psql` отримайте данні про стан транзакцій (таблиця `pg_locks`).

Завдання 3. Керування квазіпаралельним виконанням транзакцій на різних рівнях ізоляції транзакцій

Підготуйте транзакції, які було створено у завданні 3.1 рішення попередньої лабораторної роботи, а саме, створіть дві транзакції, кожна з яких повинна включати такі операції:

- операція читання першого рядку таблиці;
- операція редагування однієї із змінних таблиці в першому рядку;
- повторна операція читання першого рядку таблиці;
- операція фіксації всіх змін.

1.1 Виконайте роботу транзакцій при умові їх роботи на рівні ізоляції `READ COMMITTED`. Проаналізуйте реакцію СКБД на операцію `UPDATE` 2-ї транзакції (яка виконується пізніше) та дайте свої висновки.

1.2 Повторіть роботу транзакцій при умові їх роботи на рівні ізоляції `REPEATABLE READ`. Проаналізуйте реакцію СКБД на операцію `UPDATE` 2-ї транзакції (яка виконується пізніше) та дайте свої висновки.

1.3 Повторіть роботу транзакцій при умові їх роботи на рівні ізоляції `SERIALIZABLE`. Проаналізуйте реакцію СКБД на операцію `UPDATE` 2-ї транзакції (яка виконується пізніше) та дайте свої висновки.

Завдання 4. Керування квазіпаралельним виконанням транзакцій при наявності тупикових ситуацій.

4.1 Виконайте модифікацію транзакцій так, щоб вони призводили до тупикової ситуації.

4.2 Виконайте дві модифіковані транзакції. Проаналізуйте реакцію СКБД на операцію UPDATE 2-ї транзакції (яка виконується пізніше) та яка призвела до тупику. Дайте свої висновки з урахуванням:

- ідентифікаторів процесів
- номерів транзакцій.

Результати виконання завдань:

Завдання 1. Аналіз роботи багато версійного протоколу

Транзакції 1 та 2:

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Wed May 5 23:13:42 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> SELECT txid_current();
txid_current
-----
3483
(1 row)

demtsun_andrij=> insert into depaartment values (3,'MOR','IKS');
INSERT 0 1
demtsun_andrij=> select xmin, xmax, d_id, name, faculty from depaartment;
 xmin | xmax | d_id | name | faculty
-----+-----+-----+-----+-----
 2687 | 3443 | 2 | KPO | IIBRT
 2695 | 3443 | 1 | SPO | GF
 3483 | 0 | 3 | MOR | IKS
(3 rows)

demtsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demtsun_andrij=>
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Wed May 5 23:16:15 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> select xmin, xmax, d_id, name, faculty from depaartment;
 xmin | xmax | d_id | name | faculty
-----+-----+-----+-----+-----
 2687 | 3443 | 2 | KPO | IIBRT
 2695 | 3443 | 1 | SPO | GF
 3483 | 0 | 3 | MOR | IKS
(3 rows)

demtsun_andrij=>
```

Поки зміни у 1 транзакції не зафіксовано, транзакція 2 не реагує на зміни, виконані в 1 транзакції. Після фіксації змін у 1 транзакції, 2 транзакція може обробляти змінену інформацію. Як підсумок, ми бачимо, що у таблицю додається новий рядок, з $xmin = 3483$, $xmax = 0$.

Транзакції 3 та 2:

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Wed May 5 23:16:32 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> delete from depaartment where d_id=3;
DELETE 1
demtsun_andrij=> rollback;
ROLLBACK
demtsun_andrij=> 
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
demtsun_andrij=> select xmin, xmax, d_id, name, faculty from depaartment;
 xmin | xmax | d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----+-----+-----
 2687 | 3443 |    2 | KPO             | IIBRT
 2695 | 3443 |    1 | SPO             | GF
 3483 |    0 |    3 | MOR             | IKS
(3 rows)

demtsun_andrij=> select xmin, xmax, d_id, name, faculty from depaartment;
 xmin | xmax | d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----+-----+-----
 2687 | 3443 |    2 | KPO             | IIBRT
 2695 | 3443 |    1 | SPO             | GF
 3483 | 3486 |    3 | MOR             | IKS
(3 rows)
```

Ми бачимо, що після видалення 3 рядку та відміни операції x_{max} рядку набуває значення 3486. Це означає, що над 3 рядком здійснювалася операція під номером 3486.

Транзакції 4 та 2:

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Wed May 5 23:18:55 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> update depaartment SET name = 'AAA' where d_id=3;
UPDATE 1
demtsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demtsun_andrij=> 
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
demtsun_andrij=> select xmin, xmax, d_id, name, faculty from depaartment;
 xmin | xmax | d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----+-----+-----
 2687 | 3443 |    2 | KPO             | IIBRT
 2695 | 3443 |    1 | SPO             | GF
 3489 | 3489 |    3 | MOR             | IKS
(3 rows)

demtsun_andrij=> select xmin, xmax, d_id, name, faculty from depaartment;
 xmin | xmax | d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----+-----+-----
 2687 | 3443 |    2 | KPO             | IIBRT
 2695 | 3443 |    1 | SPO             | GF
 3489 |    0 |    3 | AAA             | IKS
(3 rows)

demtsun_andrij=> 
```

Значення x_{max} 3 рядку, над яким виконувалась операція, змінилось на 3489, після фіксації цих змін x_{min} перейняло значення 3489, а $x_{max} = 0$, яке показує, що поточне значення було створено транзакцією з номером 3489, але поки немає нових версій, створених іншими транзакціями.

Завдання 2. Аналіз стану транзакцій на різних рівнях багаторівневого блокування

Комбінації блокувань IX-IS:

```
91.219.60.189 - PuTTY
dentsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 00:35:57 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

dentsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
dentsun_andrij=> lock table depaartment in row exclusive mode;
LOCK TABLE
dentsun_andrij=> select relation,locktype,virtualtransaction,pid,mode,granted fr
om pg_locks where locktype = 'relation';
 relation | locktype | virtualtransaction | pid | mode | granted
-----+-----+-----+-----+-----+-----
 16837 | relation | 7/25115 | 2388 | RowShareLock | t
 11673 | relation | 6/85231 | 2345 | AccessShareLock | t
 16837 | relation | 6/85231 | 2345 | RowExclusiveLock | t
 16855 | relation | 9/26855 | 14260 | AccessShareLock | t
 16855 | relation | 9/26855 | 14260 | RowExclusiveLock | t
 11673 | relation | 4/141056 | 24586 | AccessShareLock | t
(6 rows)

dentsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: dentsun_andrij
dentsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 01:45:28 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

dentsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
dentsun_andrij=> lock table depaartment in row share mode;
LOCK TABLE
dentsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
dentsun_andrij=>
```

Блокування IX та IS сумісні. Підтвердження цьому можна знати в таблиці `pg_locks`, оскільки стан блокування для процесу 2388 дорівнює `t` - операцію блокування виконано;

Комбінації блокувань SIX-IS:

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: dentsun_andrij
dentsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 01:45:39 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

dentsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
dentsun_andrij=> lock table depaartment in share row exclusive mode;
LOCK TABLE
dentsun_andrij=> select relation,locktype,virtualtransaction,pid,mode,granted fr
om pg_locks where locktype = 'relation';
 relation | locktype | virtualtransaction | pid | mode | gran
ted
-----+-----+-----+-----+-----+-----
 11673 | relation | 6/85400 | 4330 | AccessShareLock | t
 16855 | relation | 9/26855 | 14260 | AccessShareLock | t
 16855 | relation | 9/26855 | 14260 | RowExclusiveLock | t
 11673 | relation | 4/141056 | 24586 | AccessShareLock | t
 16837 | relation | 7/25127 | 4342 | RowExclusiveLock | f
 16837 | relation | 6/85400 | 4330 | ShareRowExclusiveLock | t
(6 rows)

dentsun_andrij=> commit;
COMMIT
dentsun_andrij=>
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: dentsun_andrij
dentsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 01:58:35 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

dentsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
dentsun_andrij=> lock table depaartment in row exclusive mode;
LOCK TABLE
dentsun_andrij=> commit;
COMMIT
dentsun_andrij=>
```

Блокування SIX та IX не сумісні. Підтвердження цьому можна знати в таблиці `pg_locks`, оскільки стан блокування для процесу 4342 дорівнює `f` - операція блокування чекає через несумісність з іншими вже виконаними операціями блокування.

Комбінації блокувань SIX-IS:

```
91.219.60.189 - PuTTY
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demsun_andrij=> lock table deapartment in share row exclusive mode;
LOCK TABLE
demsun_andrij=> select relation,locktype,virtualtransaction,pid,mode,granted fr
om pg_locks where locktype = 'relation';
relation | locktype | virtualtransaction | pid | mode | gran
ted
-----+-----+-----+-----+-----+-----
11673 | relation | 6/85532 | 5516 | AccessShareLock | t
16855 | relation | 9/26855 | 14260 | AccessShareLock | t
16855 | relation | 9/26855 | 14260 | RowExclusiveLock | t
11673 | relation | 4/141056 | 24586 | AccessShareLock | t
16837 | relation | 6/85532 | 5516 | ShareRowExclusiveLock | t
16837 | relation | 7/25135 | 5523 | RowShareLock | t
(6 rows)

demsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demsun_andrij=>
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demsun_andrij
demsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 02:06:50 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demsun_andrij=> lock table deapartment in row share mode;
LOCK TABLE
demsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demsun_andrij=>
```

Блокування SIX та IS сумісні. Підтвердження цьому можна знати в таблиці `pg_locks`, оскільки стан блокування для процесу 5523 дорівнює `t` - операцію блокування виконано;

Завдання 3. Керування квазіпаралельним виконанням транзакцій на різних рівнях ізоляції транзакцій

Рівень ізоляції READ COMMITTED:

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demsun_andrij
demsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Wed May 5 23:56:38 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demsun_andrij=> SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL READ COMMITTED;
SET
demsun_andrij=> select * from deapartment where d_id = 1;
 d_id | name | faculty
-----+-----+-----
 1 | SPO | GF
(1 row)

demsun_andrij=> update deapartment SET name = 'AAA' where d_id=1;
UPDATE 1
demsun_andrij=> select * from deapartment where d_id = 1;
 d_id | name | faculty
-----+-----+-----
 1 | AAA | GF
(1 row)

demsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demsun_andrij=>
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demsun_andrij
demsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 00:01:19 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demsun_andrij=> SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL READ COMMITTED;
SET
demsun_andrij=> select * from deapartment where d_id = 1;
 d_id | name | faculty
-----+-----+-----
 1 | SPO | GF
(1 row)

demsun_andrij=> update deapartment SET faculty = 'BBB' where d_id=1;
UPDATE 1
demsun_andrij=> select * from deapartment where d_id = 1;
 d_id | name | faculty
-----+-----+-----
 1 | AAA | BBB
(1 row)

demsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demsun_andrij=>
```

Виконуючи операцію UPDATE 2-ї транзакції, транзакція переходить в режим очікування.. Тільки після того, як 1-ша транзакція виконає операцію COMMIT, 2-га транзакція побачить зміни

Рівень ізоляції REPEATABLE READ:

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 00:01:32 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL REPEATABLE READ;
SET
demtsun_andrij=> select * from depaartment where d_id = 1;
 d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----
  1   | AAA            | BBB
(1 row)

demtsun_andrij=> update depaartment SET name = 'CCC' where d_id=1;
UPDATE 1
demtsun_andrij=> select * from depaartment where d_id = 1;
 d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----
  1   | CCC            | BBB
(1 row)

demtsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demtsun_andrij=>
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 00:07:42 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL REPEATABLE READ;
SET
demtsun_andrij=> select * from depaartment where d_id = 1;
 d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----
  1   | AAA            | BBB
(1 row)

demtsun_andrij=> update depaartment SET faculty = 'DDD' where d_id=1;
ERROR:  could not serialize access due to concurrent update
demtsun_andrij=> COMMIT;
ROLLBACK
demtsun_andrij=>
```

Виконуючи операцію UPDATE 2-ї транзакції, транзакція переходить в режим очікування, після завершення 1-ї транзакції повідомляє про помилку та завершує транзакцію без зміни даних. Це через те, що 2-га транзакція не побачить зміни, яка виконала 1-ша транзакція навіть після виконання операції COMMIT.

Рівень ізоляції SERIALIZABLE:

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 00:08:25 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE;
SET
demtsun_andrij=> select * from depaartment where d_id = 1;
 d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----
  1   | CCC            | BBB
(1 row)

demtsun_andrij=> update depaartment SET name = 'EEE' where d_id=1;
UPDATE 1
demtsun_andrij=> select * from depaartment where d_id = 1;
 d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----
  1   | EEE            | BBB
(1 row)

demtsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demtsun_andrij=>
```

```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 00:13:01 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

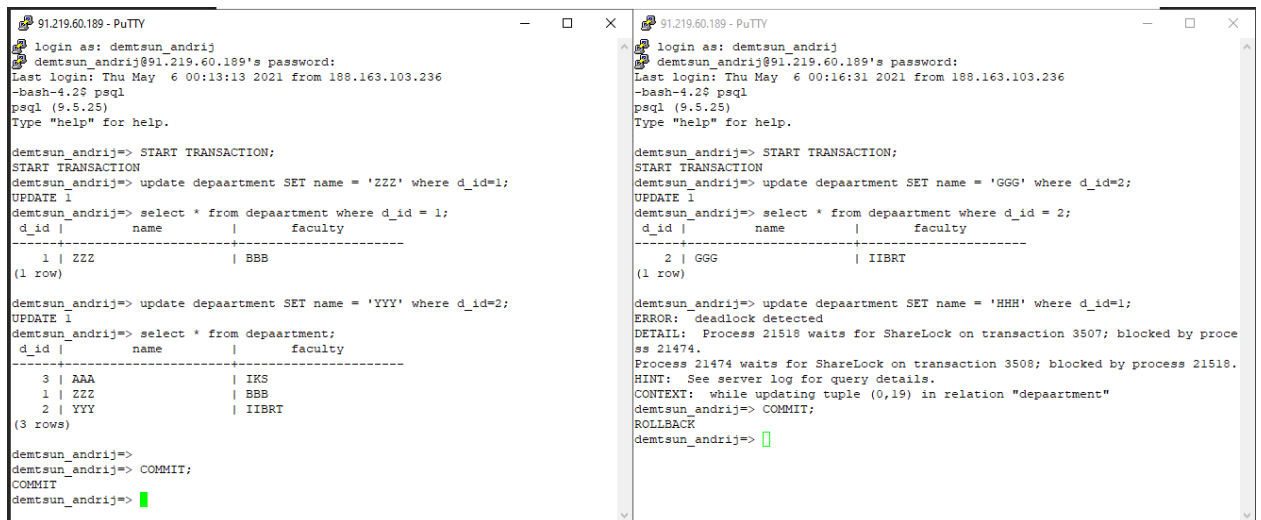
demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE;
SET
demtsun_andrij=> select * from depaartment where d_id = 1;
 d_id |      name      | faculty
-----+-----+-----
  1   | CCC            | BBB
(1 row)

demtsun_andrij=> update depaartment SET faculty = 'FFF' where d_id=1;
ERROR:  could not serialize access due to concurrent update
demtsun_andrij=> COMMIT;
ROLLBACK
demtsun_andrij=>
```

Можемо помітити, що після виконання операції UPDATE у 2-ій транзакції, транзакцію буде переведено в режим очікування, а вже після завершення 1-ї транзакції, ми отримаємо повідомлення про помилку, при цьому T2 буде завершена без змін. Це через те, що на такому рівні ізоляції заборонено виконувати паралельно зміни одних даних.

Завдання 4. Керування квазіпаралельним виконанням транзакцій при наявності тупикових ситуацій.

Виконаємо модифікацію транзакцій так, щоб вони призводили до тупикової ситуації.



```
91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 00:13:13 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> update depaartment SET name = 'ZZZ' where d_id=1;
UPDATE 1
demtsun_andrij=> select * from depaartment where d_id = 1;
 d_id | name | faculty
-----+-----+-----
  1   | ZZZ  | BBB
(1 row)

demtsun_andrij=> update depaartment SET name = 'YYY' where d_id=2;
UPDATE 1
demtsun_andrij=> select * from depaartment;
 d_id | name | faculty
-----+-----+-----
  3   | AAA  | IKS
  1   | ZZZ  | BBB
  2   | YYY  | IIBRT
(3 rows)

demtsun_andrij=>
demtsun_andrij=> COMMIT;
COMMIT
demtsun_andrij=>

91.219.60.189 - PuTTY
login as: demtsun_andrij
demtsun_andrij@91.219.60.189's password:
Last login: Thu May 6 00:16:31 2021 from 188.163.103.236
-bash-4.2$ psql
psql (9.5.25)
Type "help" for help.

demtsun_andrij=> START TRANSACTION;
START TRANSACTION
demtsun_andrij=> update depaartment SET name = 'GGG' where d_id=2;
UPDATE 1
demtsun_andrij=> select * from depaartment where d_id = 2;
 d_id | name | faculty
-----+-----+-----
  2   | GGG  | IIBRT
(1 row)

demtsun_andrij=> update depaartment SET name = 'HHH' where d_id=1;
ERROR: deadlock detected
DETAIL: Process 21518 waits for ShareLock on transaction 3507; blocked by process 21474.
Process 21474 waits for ShareLock on transaction 3508; blocked by process 21518.
HINT: See server log for query details.
CONTEXT: while updating tuple (0,19) in relation "depaartment"
demtsun_andrij=> COMMIT;
ROLLBACK
demtsun_andrij=>
```

```
-bash-4.2$ ps -u postgres -o pid,ppid,stat,cmd | egrep "demtsun_andrij"
7565  8763 Ss   postgres: demtsun_andrij demtsun_andrij [local] idle in transaction (aborted)
7572  8763 Ss   postgres: demtsun_andrij demtsun_andrij [local] idle in transaction
```

При виконанні операції UPDATE 2-ї транзакції, було отримано повідомлення про помилку, через виникнення тупикової ситуації. СКБД примусово скасувала 2-гу транзакцію, команда якої привела до тупикової ситуації, а 1-шу транзакція зберегла.

Висновок: Під час виконання лабораторної роботи було досліджено поведінку процесів-транзакцій в базах даних та засоби керування ними через механізм блокування з використанням сучасних систем керування базами даних. Найскладнішим було завдання з аналізу роботи багато версійного протоколу.

