

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки**

Кафедра інформатики та програмної інженерії

Звіт

з лабораторної роботи №1 з дисципліни
«Програмування інтелектуальних інформаційних систем»

„Стовпчикові бази даних”

Виконав(ла)

ІП-11 Прищеп В.С.

(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

Перевірив

Баришич Л. М.

(прізвище, ім'я, по батькові)

Київ 2023

1 СТВОРЕННЯ ЗВИЧАЙНОЇ ТА СТОВПЧИКОВОЇ БД

Скрипт створення звичайної БД:

```
DROP DATABASE IF EXISTS `innodb_bts`;
```

```
CREATE DATABASE `innodb_bts`;
```

```
USE `innodb_bts`;
```

```
CREATE TABLE `airlines` (  
  `iata_code` varchar(2) NOT NULL,  
  `airline` varchar(30) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (`iata_code`),  
  KEY `airline` (`airline`)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb3  
COLLATE=utf8mb3_general_ci;
```

```
CREATE TABLE `airports` (  
  `iata_code` varchar(3) NOT NULL,  
  `airport` varchar(80) DEFAULT NULL,  
  `city` varchar(30) DEFAULT NULL,  
  `state` varchar(2) DEFAULT NULL,  
  `country` varchar(30) DEFAULT NULL,  
  `latitude` decimal(11,4) DEFAULT NULL,  
  `longitude` decimal(11,4) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (`iata_code`),  
  KEY `state` (`state`)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb3  
COLLATE=utf8mb3_general_ci;
```

```
CREATE TABLE `flights` (  
  `year` smallint(6) DEFAULT NULL,  
  `month` tinyint(4) DEFAULT NULL,  
  `day` tinyint(4) DEFAULT NULL,  
  `day_of_week` tinyint(4) DEFAULT NULL,  
  `fl_date` date DEFAULT NULL,  
  `carrier` varchar(2) DEFAULT NULL,  
  `tail_num` varchar(6) DEFAULT NULL,  
  `fl_num` smallint(6) DEFAULT NULL,
```

```

`origin` varchar(5) DEFAULT NULL,
`dest` varchar(5) NOT NULL,
`crs_dep_time` varchar(4) DEFAULT NULL,
`dep_time` varchar(4) DEFAULT NULL,
`dep_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`taxi_out` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`wheels_off` varchar(4) DEFAULT NULL,
`wheels_on` varchar(4) DEFAULT NULL,
`taxi_in` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`crs_arr_time` varchar(4) DEFAULT NULL,
`arr_time` varchar(4) DEFAULT NULL,
`arr_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`cancelled` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`cancellation_code` varchar(20) DEFAULT NULL,
`diverted` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`crs_elapsed_time` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`actual_elapsed_time` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`air_time` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`distance` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`carrier_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`weather_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`nas_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`security_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
`late_aircraft_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,
KEY `carrier` (`carrier`),
KEY `year` (`year`),
KEY `carrier_delay` (`carrier_delay`),
KEY `weather_delay` (`weather_delay`),
KEY `nas_delay` (`nas_delay`),
KEY `security_delay` (`security_delay`),
KEY `late_aircraft_delay` (`late_aircraft_delay`),
KEY `arr_delay` (`arr_delay`),
KEY `month` (`month`),
KEY `dest` (`dest`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb3
COLLATE=utf8mb3_general_ci;

```

Скрипт створення стовпчикової БД:

```

DROP DATABASE IF EXISTS `columnstore_bts`;

```

```
CREATE DATABASE `columnstore_bts`;
```

```
USE `columnstore_bts`;
```

```
CREATE TABLE `airlines` (  
  `iata_code` varchar(2) DEFAULT NULL,  
  `airline` varchar(30) DEFAULT NULL  
) ENGINE=Columnstore DEFAULT CHARSET=utf8mb3  
COLLATE=utf8mb3_general_ci;
```

```
CREATE TABLE `airports` (  
  `iata_code` varchar(3) DEFAULT NULL,  
  `airport` varchar(80) DEFAULT NULL,  
  `city` varchar(30) DEFAULT NULL,  
  `state` varchar(2) DEFAULT NULL,  
  `country` varchar(30) DEFAULT NULL,  
  `latitude` decimal(11,4) DEFAULT NULL,  
  `longitude` decimal(11,4) DEFAULT NULL  
) ENGINE=Columnstore DEFAULT CHARSET=utf8mb3  
COLLATE=utf8mb3_general_ci;
```

```
CREATE TABLE `flights` (  
  `year` smallint(6) DEFAULT NULL,  
  `month` tinyint(4) DEFAULT NULL,  
  `day` tinyint(4) DEFAULT NULL,  
  `day_of_week` tinyint(4) DEFAULT NULL,  
  `fl_date` date DEFAULT NULL,  
  `carrier` varchar(2) DEFAULT NULL,  
  `tail_num` varchar(6) DEFAULT NULL,  
  `fl_num` smallint(6) DEFAULT NULL,  
  `origin` varchar(5) DEFAULT NULL,  
  `dest` varchar(5) DEFAULT NULL,  
  `crs_dep_time` varchar(4) DEFAULT NULL,  
  `dep_time` varchar(4) DEFAULT NULL,  
  `dep_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
  `taxi_out` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
  `wheels_off` varchar(4) DEFAULT NULL,  
  `wheels_on` varchar(4) DEFAULT NULL,
```

```
`taxi_in` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`crs_arr_time` varchar(4) DEFAULT NULL,  
`arr_time` varchar(4) DEFAULT NULL,  
`arr_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`cancelled` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`cancellation_code` varchar(20) DEFAULT NULL,  
`diverted` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`crs_elapsed_time` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`actual_elapsed_time` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`air_time` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`distance` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`carrier_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`weather_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`nas_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`security_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL,  
`late_aircraft_delay` decimal(13,2) DEFAULT NULL  
) ENGINE=Columnstore DEFAULT CHARSET=utf8mb3  
COLLATE=utf8mb3_general_ci;
```

2 РОЗРАХУНОК СУМАРНОЇ ЗАТРИМКИ ПО МІСТАХ

Скрипт для звичайної БД:

```
SELECT d.city, SUM(f.arr_delay) AS delay_sum
FROM innodb_bts.flights f
JOIN innodb_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
GROUP BY d.city LIMIT 5;
```

Скрипт для стовпчикової БД:

```
SELECT d.city, SUM(f.arr_delay) AS delay_sum
FROM columnstore_bts.flights f
JOIN columnstore_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
GROUP BY d.city LIMIT 5;
```

Результат:

```
MariaDB [(none)]> SELECT d.city, SUM(f.arr_delay) AS delay_sum
-> FROM columnstore_bts.flights f
-> JOIN columnstore_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
-> GROUP BY d.city LIMIT 5;
```

```
+-----+-----+
| city      | delay_sum |
+-----+-----+
| Knoxville | 20697.00  |
| St. Augustine | 230.00  |
| Barrow    | 1197.00  |
| Butte     | -601.00  |
| Birmingham | 18201.00 |
+-----+-----+
5 rows in set (0.161 sec)
```

```
MariaDB [(none)]> SELECT d.city, SUM(f.arr_delay) AS delay_sum
-> FROM innodb_bts.flights f
-> JOIN innodb_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
-> GROUP BY d.city LIMIT 5;
```

```
+-----+-----+
| city      | delay_sum |
+-----+-----+
| Aberdeen  | -525.00  |
| Abilene   | 5952.00  |
| Adak      | -293.00  |
| Agana     | 994.00   |
| Aguadilla | 2634.00  |
+-----+-----+
5 rows in set (20.121 sec)
```

Час виконання на звичайній БД: 20.121 секунд

Час виконання на стовпчиковій БД: 0.161 секунд

3 ПРОРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ПОЛЬОТІВ ПО МІСТАХ

Скрипт для звичайної БД:

```
SELECT d.city, COUNT(*) AS flights_amount
FROM innodb_bts.flights f
JOIN innodb_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
GROUP BY d.city LIMIT 5;
```

Скрипт для стовпчикової БД:

```
SELECT d.city, COUNT(*) AS flights_amount
FROM columnstore_bts.flights f
JOIN columnstore_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
GROUP BY d.city LIMIT 5;
```

Результат:

```
MariaDB [(none)]> SELECT d.city, COUNT(*) AS flights_amount
-> FROM innodb_bts.flights f
-> JOIN innodb_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
-> GROUP BY d.city LIMIT 5;
```

city	flights_amount
Aberdeen	121
Abilene	568
Adak	21
Agana	65
Aguadilla	224

5 rows in set (0.992 sec)

```
MariaDB [(none)]> SELECT d.city, COUNT(*) AS flights_amount
-> FROM columnstore_bts.flights f
-> JOIN columnstore_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
-> GROUP BY d.city LIMIT 5;
```

city	flights_amount
Barrow	176
Knoxville	1410
St. Augustine	29
Butte	119
Birmingham	2478

5 rows in set (0.154 sec)

Час виконання на звичайній БД: 0.992 секунд

Час виконання на стовпчиковій БД: 0.154 секунд

4 ЗНАХОДЖЕННЯ МІСТА З НАЙБІЛЬШОЮ ТА НАЙМЕНШОЮ ЗАТРИМКОЮ

Скрипт для звичайної БД:

```
(SELECT d.city, AVG(f.arr_delay) as avg_delay  
FROM innodb_bts.flights f  
JOIN innodb_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code  
GROUP BY d.city ORDER BY avg_delay LIMIT 1) UNION  
(SELECT d.city, AVG(f.arr_delay) as avg_delay  
FROM innodb_bts.flights f  
JOIN innodb_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code  
GROUP BY d.city ORDER BY avg_delay DESC LIMIT 1);
```

Скрипт для стовпчикової БД:

```
(SELECT d.city, AVG(f.arr_delay) as avg_delay  
FROM columnstore_bts.flights f  
JOIN columnstore_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code  
GROUP BY d.city ORDER BY avg_delay LIMIT 1) UNION  
(SELECT d.city, AVG(f.arr_delay) as avg_delay  
FROM columnstore_bts.flights f  
JOIN columnstore_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code  
GROUP BY d.city ORDER BY avg_delay DESC LIMIT 1);
```

Результат:


```

MariaDB [(none)]> (SELECT d.city, AVG(f.arr_delay) as avg_delay
-> FROM innodb_bts.flights f
-> JOIN innodb_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
-> GROUP BY d.city ORDER BY avg_delay LIMIT 1) UNION
-> (SELECT d.city, AVG(f.arr_delay) as avg_delay
-> FROM innodb_bts.flights f
-> JOIN innodb_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
-> GROUP BY d.city ORDER BY avg_delay DESC LIMIT 1);
+-----+-----+
| city   | avg_delay |
+-----+-----+
| Adak   | -13.952381 |
| Trenton | 38.878587 |
+-----+-----+
2 rows in set (6.792 sec)

```

```

MariaDB [(none)]> (SELECT d.city, AVG(f.arr_delay) as avg_delay
-> FROM columnstore_bts.flights f
-> JOIN columnstore_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
-> GROUP BY d.city ORDER BY avg_delay LIMIT 1) UNION
-> (SELECT d.city, AVG(f.arr_delay) as avg_delay
-> FROM columnstore_bts.flights f
-> JOIN columnstore_bts.airports d ON f.dest = d.iata_code
-> GROUP BY d.city ORDER BY avg_delay DESC LIMIT 1);
+-----+-----+
| city   | avg_delay |
+-----+-----+
| Adak   | -13.952381 |
| Trenton | 41.537736 |
+-----+-----+
2 rows in set (0.215 sec)

```

Час виконання на звичайній БД: 6.792 секунд

Час виконання на стовпчиковій БД: 0.215 секунд

5 ЗНАХОДЖЕННЯ ВСІХ ПОЛЬОТІВ ІЗ ЗАТРИМКОЮ БІЛЬШИХ ЗА СЕРЕДНІЙ ЧАС

Скрипт для звичайної БД:

```
SELECT f.*
FROM innodb_bts.flights f
WHERE f.arr_delay > (SELECT AVG(f.arr_delay) FROM
innodb_bts.flights f);
```

Результат:

[2015]	[3]	[16]		1	[2015-03-16]	[DL]	[N155DL]	[411]	[LAX]	[JFK]	[1145]		[1224]		[39.00]	[16.00]	[1240]		[2018]		[12.00]	[2015]		[2030]		[15.00]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N155DL]	[306.00]	[278.00]	[2475.00]	[718]	[2.00]	[726]	[0.00]	[0.00]	[0.00]			[1005]		[75.00]	[1045]		[1120]		[35.00]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N155DL]	[414.00]	[320.00]	[2475.00]	[710]	[16.00]		[0.00]	[19.00]	[0.00]					[75.00]		[1120]		[35.00]	[0.00]	
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N155DL]	[394.00]	[358.00]	[2475.00]	[2115]	[27.00]	[2200]	[0.00]	[45.00]	[28.00]	[2228]		[126]		[8.00]	[54]		[134]		[40.00]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N990DL]	[423]	[JFK]	[ATL]	[1744]		[1830]		[46.00]	[24.00]	[1854]		[2034]		[18.00]	[2031]		[2052]		[21.00]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N656AT]	[442.00]	[100.00]	[760.00]	[1030]	[9.00]		[1055]		[0.00]	[0.00]		[1155]		[7.00]	[1140]		[1202]		[22.00]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N3766]	[67.00]	[36.00]	[187.00]	[730]	[22.00]		[830]		[0.00]	[0.00]		[1125]		[7.00]	[1040]		[1132]		[52.00]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N1980N]	[362.00]	[341.00]	[2422.00]	[1700]	[52.00]		[830]		[0.00]	[0.00]		[2036]		[71.00]	[2040]		[2147]		[67.00]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N1980N]	[447.00]	[327.00]	[2475.00]	[1700]	[0.00]		[1720]		[0.00]	[67.00]		[1428]		[6.00]	[1425]		[1434]		[9.00]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N698DL]	[287.00]	[263.00]	[1990.00]	[1119]	[0.00]		[1147]		[0.00]	[28.00]	[18.00]	[1205]		[1428]		[6.00]	[1425]		[1434]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N991AT]	[89.00]	[40.00]	[187.00]	[700]	[0.00]		[700]		[0.00]	[0.00]	[41.00]	[741]		[821]		[8.00]	[818]		[829]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N1980N]	[375.00]	[344.00]	[2556.00]	[830]	[11.00]		[841]		[0.00]	[11.00]	[22.00]	[903]		[1147]		[9.00]	[1133]		[1156]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N360NW]	[98.00]	[81.00]	[630.00]	[1340]	[0.00]		[1349]		[0.00]	[9.00]	[12.00]	[1401]		[1622]		[5.00]	[1620]		[1627]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N750AT]	[119.00]	[83.00]	[590.00]	[1521]	[0.00]		[1528]		[0.00]	[7.00]	[20.00]	[1548]		[1611]		[16.00]	[1620]		[1627]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N938DN]	[126.00]	[106.00]	[813.00]	[1610]	[0.00]		[1648]		[0.00]	[0.00]	[0.00]	[1702]		[1748]		[6.00]	[1744]			[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N750AT]	[234.00]	[214.00]	[1481.00]	[1210]	[32.00]		[1246]		[0.00]	[36.00]	[13.00]	[1259]		[1433]		[7.00]	[1400]		[1440]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N917DL]	[188.00]	[167.00]	[1020.00]	[1615]	[323.00]		[2156]		[0.00]	[341.00]	[16.00]	[2212]		[2359]		[5.00]	[1841]		[4]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N984DL]	[166.00]	[715]	[1020.00]	[1859]	[2000]				[0.00]	[69.00]	[50.00]	[2058]		[2240]		[4.00]	[2145]		[2244]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N6244G]	[147.00]	[121.00]	[760.00]	[1205]	[0.00]		[1205]		[0.00]	[0.00]	[18.00]	[1223]		[1424]		[8.00]	[1425]		[1432]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N911DA]	[131.00]	[112.00]	[907.00]	[1925]	[38.00]		[2021]		[0.00]	[56.00]	[14.00]	[2035]		[2327]		[5.00]	[2253]		[2332]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N818DN]	[121.00]	[84.00]	[590.00]	[1124]	[0.00]		[1120]		[0.00]	[-4.00]	[17.00]	[1137]		[1201]		[38.00]	[1225]		[1239]	[0.00]
[2015]	[3]	[16]	[0.00]	1	[2015-03-16]	[DL]	[N984DL]	[118.00]	[731]	[1020.00]	[600]	[716]				[0.00]	[76.00]	[30.00]	[746]		[913]		[9.00]	[758]		[922]	[0.00]

309557 rows in set (3.685 sec)																											

Скрипт для стовпчикової БД:

```
SELECT f.*
FROM columnstore_bts.flights f
WHERE f.arr_delay > (SELECT AVG(f.arr_delay) FROM
columnstore_bts.flights f);
```

Результат:

2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N831DN	1602	LAS	ATL	600	18.00	629	29.00	16.00	645	1259	6.00	1247	1305	18.00	0.00	
NULL			0.00					216.00	194.00	1747.00	1530		1533	0.00	0.00	0.00		1655	9.00	1640	1704	24.00	0.00
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N328NW	1609	MSP	DEN	1530	0.00		0.00	3.00	34.00	1607	1655	0.00	1640	1704	24.00	0.00
NULL			0.00					151.00	108.00	680.00				0.00	0.00	24.00	0.00						
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N675DL	1631	SLC	LAX	1648		1729		41.00	13.00	1742	1753	0.00	1745	1806	21.00	0.00
NULL			0.00					97.00	71.00	590.00		21.00		0.00	0.00	0.00			0.00	1745	1806	21.00	0.00
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N333NW	1685	LGA	MCO	1404	53.00	1538		94.00	14.00	1552	1758	0.00	1714	1807	53.00	0.00
NULL			0.00					149.00	126.00	950.00				0.00	0.00	0.00	0.00		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N920AT	1689	HSV	ATL	1547	1609		22.00	13.00	1622	1752	0.00	1747	1756	9.00	0.00	
NULL			0.00					47.00	30.00	151.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N911DE	1696	ATL	BOL	950	942		-8.00	26.00	1008	1205	0.00	1206	1213	7.00	0.00	
NULL			0.00					151.00	117.00	859.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N1370L	1706	DTW	LAX	835	830		-5.00	26.00	856	1026	0.00	1055	1102	7.00	0.00	
NULL			0.00					332.00	270.00	1979.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N321NB	1738	MCO	JFK	1114	1115		1.00	58.00	1213	1515	0.00	1449	1524	35.00	0.00	
NULL			0.00					109.00	122.00	1029.00		0.00		0.00	35.00	0.00							
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N345NW	1740	PIT	DTW	930	930		0.00	33.00	1003	1052	0.00	1043	1100	17.00	0.00	
NULL			0.00					90.00	49.00	201.00		0.00		0.00	17.00	0.00							
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N6704Z	1757	SNA	ATL	1250	1605		195.00	12.00	1617	2254	0.00	1954	2301	187.00	0.00	
NULL			0.00					236.00	217.00	1919.00		13.00		0.00	0.00	0.00		174.00					
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N8290H	1760	ATL	SEA	1630	1710		40.00	10.00	1720	1909	0.00	1904	1916	12.00	0.00	
NULL			0.00					306.00	209.00	2182.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N333NW	1776	MCO	LGA	1759	1836		37.00	16.00	1852	2054	0.00	2031	2104	33.00	0.00	
NULL			0.00					148.00	122.00	950.00		0.00		0.00	0.00	0.00		33.00					
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N959AT	1798	ATL	EWR	1000	959		-1.00	23.00	1022	1219	0.00	1212	1225	13.00	0.00	
NULL			0.00					146.00	117.00	746.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N360NW	1841	SJU	DTW	1525	1514		-11.00	21.00	1535	1923	0.00	1924	1935	11.00	0.00	
NULL			0.00					321.00	288.00	1930.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N966AT	1849	BOS	JFK	945	1012		27.00	20.00	1032	1111	0.00	1058	1125	27.00	0.00	
NULL			0.00					73.00	39.00	107.00		0.00		27.00	0.00	0.00		0.00					
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N302NB	1852	MSY	LGA	800	814		14.00	14.00	11.00	800	1200	0.00	1146	1208	22.00	0.00
NULL			0.00					174.00	155.00	1183.00		14.00		0.00	0.00	0.00		0.00					
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N824DN	1866	SFO	ATL	625	621		-4.00	17.00	638	1356	0.00	1357	1404	7.00	0.00	
NULL			0.00					283.00	258.00	2139.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N325NB	1899	MSP	PSP	1115	1106		-9.00	36.00	1142	1306	0.00	1301	1311	10.00	0.00	
NULL			0.00					245.00	204.00	1454.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N326US	1945	SLC	OAK	2010	2038		28.00	16.00	2054	2110	0.00	2105	2116	11.00	0.00	
NULL			0.00					98.00	76.00	588.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				
2015	1	31		6	2015-01-31	DL	N371NB	1990	SAV	ATL	1140	1139		-1.00	29.00	1208	1249	0.00	1250	1257	7.00	0.00	
NULL			0.00					78.00	41.00	214.00		NULL		NULL	NULL	NULL	NULL		0.00				

309557 rows in set (2.067 sec)

309557 rows in set (2.867 sec)

Час виконання на звичайній БД: 3.685 секунд

Час виконання на стовпчиковій БД: 2.867 секунд

6 ПОРІВНЯННЯ ОБ'ЄМІВ БД ТА ШВИДКОСТЕЙ ВИКОНАННЯ ЗАПИТІВ НА НИХ

Скрипт для звичайної БД:

```
du /var/lib/mysql/innodb_bts -h
```

Скрипт для стовпчикової БД:

```
CALL columnstore_info.table_usage('columnstore_bts', NULL);
```

Результат:

```
MariaDB [(none)]> CALL columnstore_info.table_usage('columnstore_bts', NULL);
+-----+-----+-----+-----+-----+
| TABLE_SCHEMA | TABLE_NAME | DATA_DISK_USAGE | DICT_DATA_USAGE | TOTAL_USAGE |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| columnstore_bts | airlines | 240.00 KB | 216.00 KB | 456.00 KB |
| columnstore_bts | airports | 840.00 KB | 872.00 KB | 1.67 MB |
| columnstore_bts | flights | 52.23 MB | 6.38 MB | 58.61 MB |
+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.210 sec)
```

```
Query OK, 6 rows affected (0.211 sec)
```

```
MariaDB [(none)]> Ctrl-C -- exit!
```

```
Aborted
```

```
sh-4.4# du /var/lib/mysql/innodb_bts -h
```

```
413M    /var/lib/mysql/innodb_bts
```

Об'єм звичайної БД: 413 МБ

Об'єм стовпчикової БД: 60.72 МБ

7 ПОРІВНЯННЯ ШВИДКОСТЕЙ ВИКОНАННЯ ЗАПИТІВ ТА ОБ'ЄМІВ ЗВИЧАЙНОЇ ТА СТОВПЧИКОВОЇ БД

Швидкості виконання запитів та об'єми були наведені на відповідних скріншотах під запитами. Нас цікавить саме час виконання та об'єм.

Отримані результати у вигляді таблиці:

БД Знаходження	Звичайна	Стовпчикова	Звичайна/ Стовпчикова
Сумарної затримки по містах (сек)	20.121	0.161	124.97
Кількості польотів по містах (сек)	0.992	0.154	6.44
Міст з найбільшою та найменшою затримкою (сек)	6.792	0.215	31.59
Польотів з затримкою більших за середню (сек)	3.685	2.867	1.28
Об'ємів (МБ)	413	60.72	6.80

Отже, бачимо, що по всіх параметрах стовпчикова перемагає звичайну БД. При однакових вхідних даних при формуванні БД, стовпчикова важить в сім разів менше, ніж звичайна, а запити виконуються щонайменше в 1.3 рази швидше і ця перевага може досягати відмітки в 125 разів швидше.

8 ВИСНОВОК

За результатами лабораторної роботи стовпчикова база даних виявилася значно ефективнішою в плані швидкості виконання запитів та об'єму пам'яті, що займається. Таким чином, стовпчикові бази даних виконують аналітичні запити швидше, чим забезпечують швидші відповіді на запити та більш ефективне читання даних. За рахунок структури на основі стовпців також зменшуються витрати на зберігання даних, що покращує продуктивність запитів.