

## РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, Бульби Сергія Сергійовича

на дисертаційну роботу Рибальченко Аліни Олександрівни

«Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

### 1. Актуальність теми

Тема дисертаційної роботи Рибальченко А.О. «Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу», є актуальною у сучасному світі, де спостерігається бурхливий розвиток транзакційних інформаційних систем (ТІС). Актуальність теми обумовлена постійним зростанням об'єму даних, що циркулюють у ТІС, високою швидкістю транзакцій та необхідністю у стійкій роботі білінгових ІС, які використовуються у сферах телекомунікацій, фінансів та інших галузях.

Обмін транзакціями (даними) з OLTP-засобом у режимі реального часу із мінімальною затримкою залежать від математичних алгоритмів та архітектурних рішень, які використовуються у OLTP-системах.

Таким чином, можливо вважати, що тема дисертаційної роботи Рибальченко А.О., яка спрямована на вирішення науково-технічної задачі щодо розробки методу оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу (РП), є актуальною та має важливу наукову і технічну значущість.

### 2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконувалась відповідно до наукової програми 123 – Комп'ютерна інженерія, яка була впроваджена на кафедрі комп'ютерної інженерії та програмування НТУ «ХПІ» у рамках науково-дослідних робіт: «Моделі і методи обробки даних і розподілу мережних ресурсів в комп'ютерних системах» (ДР № 0122U200527) та «Розробка пропозицій щодо оптимального

розміщення даних та управління ресурсами в розподілених інформаційно-управляючих системах» (ДР № 0124U001391), в яких Рибальченко А.О. брала участь у якості співвиконавця окремих підрозділів.

### **3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Робота Рибальченко А.О. є завершеною науковою роботою, містить дві анотації – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список літератури та додатки.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі, яка полягає у розробці методу оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі РП.

*Об'єкт дослідження.* Процес розміщення даних в білінгових OLTP-системах.

*Предмет дослідження.* Методи оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах у хмарному середовищі.

*Методи дослідження.* Під час проведення аналізу існуючих моделей та способів побудови ТІС, розробці математичної моделі оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі РП до рішення задачі цілочисельного лінійного програмування (ЦЛП) з булевими змінними (БЗ), удосконаленні узагальненої процедури  $A_0$  і методу відсікання безперспективних варіантів для задачі ЦЛП з БЗ, розробці методу оптимального розміщення даних у білінгових OLTP-системах на основі РП, а також удосконаленні методу формування гарантованих прогнозів для забезпечення заданої точності обчислень при допустимих часових та ресурсних витратах, використанні наступні методи: комбінаторні, послідовного звуження множини рішень, послідовного поліпшення рішень, а також архітектурні та технологічні.

Експериментальне дослідження розроблених наближених і точних алгоритмів та стратегій формування шляхів у графі, а також оцінка експериментальних даних, отриманих у ході роботи, достовірності теоретичних і практичних результатів проведено з використанням положень теорії

ймовірностей та математичної статистики.

В роботі проведено аналіз архітектури і інформаційних процесів білінгових систем хмарного середовища, а також технології оптимізації продуктивності ТІС. Досліджено математичні моделі, які використовуються у ТІС на базі різних архітектурних рішень. Висвітлено проблематику оптимізації структури розподілених баз даних для хмарних OLTP-систем та задачі дискретної оптимізації і їх постановку. Розглянуто критерії та показники оцінки ефективності. Постановлені задачі на дослідження.

Розроблено математичну модель оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі РП до рішення задачі ЦЛП з БЗ, яка у якості вузлів зберігання даних використовує персональні комп'ютери, що входять до складу хмарної структури, що дозволило побудувати раціональні плани розміщення даних у хмарі на основі РП до рішення задачі ЦЛП з БЗ.

Удосконалено узагальнену процедуру  $A_0$  та метод відсікання неперспективних варіантів рішень у задачі ЦЛП з БЗ, який використовує одновимірний і  $m$ -мірний "коридор" та систему калібрувальних шкал, що дозволило ефективно відсікати безперспективні варіанти рішень.

Розроблено метод оптимального розміщення даних у білінгових OLTP-системах, який ґрунтується на основі рангового підходу, який має лінійну залежність зростання продуктивності системи від кількості процесорних елементів та високу ефективність і швидкість отримання допустимих варіантів розміщення даних, що дозволило знизити похибку рішення задачі ЦЛП з БЗ до 0,5% за рахунок використання розроблених стратегій MAX, MIN і MAX-MIN та сортування коефіцієнтів у функціоналі та обмеженнях для відсікання неперспективних варіантів рішень.

Удосконалено метод формування гарантованих прогнозів, який використовує принципи оптимізації за напрямком для відсікання безперспективних варіантів рішень, що дозволило здійснити оптимізацію точності обчислень при обмежених часових ресурсах на отримання рішення.

Для оцінки застосовності методу проведено експеримент та розроблено

програмне забезпечення для дослідження розроблених наближених і точних алгоритмів та стратегій формування шляхів у графі.

Оцінено вплив виконання сортувань коефіцієнтів при функціоналі та обмеженнях на величину похибки рішень наближених алгоритмів. Встановлено, що зі збільшенням розмірності тестової задачі, що вирішується, похибка наближених алгоритмів стабілізується і для різних стратегій відсікання та лежить у межах від 0,5 до 10%. Зроблено порівняльний аналіз розроблених алгоритмів з відомими за вибраними показниками ефективності.

*Висновки*, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. Висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

*Додатки* містять інформацію про практичне впровадження результатів дисертації та додаткову для більшого розкриття матеріалів досліджень.

#### **4. Наукова новизна одержаних результатів**

Дисертація містить наукову новизну, до найбільш суттєвих доробок роботи можливо віднести наступні:

1) вперше розроблено модель оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу до рішення задачі цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними, яка використовує стратегії відсікання неперспективних варіантів рішення та принцип оптимізації за напрямком;

2) удосконалено метод відсікання неперспективних варіантів рішень у задачі цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними, який відрізняється від відомих тим, що впроваджено нові поняття, як одновимірний і  $m$ -мірний "коридор" та систему калібрувальних шкал, що дозволяє ефективно відсікати неперспективні варіанти рішень;

3) вперше розроблено метод оптимального розміщення даних у білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу, який забезпечує лінійну залежність зростання продуктивності системи, на якій вирішується задача, від кількості

процесорних елементів та дозволяє знизити похибку рішення задачі цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними за допомогою використання стратегій MAX, MIN і MAX-MIN та сортування коефіцієнтів у функціоналі та обмеженнях для відсікання неперспективних варіантів рішень, а також підвищити оперативність рішення задач оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі розробки паралельних наближених і точних алгоритмів для стратегій MAX, MIN і MAX-MIN та їх реалізації на паралельних обчислювальних структурах, що використовують принцип циклічної обробки даних;

4) одержав подальший розвиток метод формування гарантованих прогнозів рішення задачі цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними, який, на відміну від відомих, використовує принцип оптимізації за напрямком для відсікання неперспективних варіантів рішень, що дозволяє забезпечити задану точність обчислень при допустимих часових та ресурсних витратах на отримання оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах.

#### **5. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність отриманих результатів зумовлено поставленими метою та завданнями, а також використанням відповідної методології дослідження. Крім того, достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта, що обґрунтовує використання певних методів, дослідження.

#### **6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання**

Практичне значення отриманих результатів полягає у:

- використанні рангових методів рішення задач булевого програмування та теорії графів, на основі єдиного підходу, що дозволяє оперативно вирішувати задачу оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах;
- оперативному рішенні задачі оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу при якому, значення показника оперативності  $P \geq 0,9$  – забезпечується для рішення задач із кількістю

змінних від 250 до 400;

– розробці паралельних обчислювальних структур, які використовують принцип циклічної обробки даних для реалізації стратегій MAX, MIN і MAX-MIN, що дозволяє підвищити оперативність рішення задач оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах.

Результати дисертації впроваджені і використані у діяльності компанії «Line Up» та у навчальному процесі НТУ «ХП» і Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

#### **7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях**

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні положення дисертації опубліковано у 25 наукових працях, серед яких: 4 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статті у закордонних виданнях, 2 колективних монографіях (1 – одноосібний матеріал за розділом), 16 публікацій у матеріалах Міжнародних конференцій (1 – публікація, що внесена до міжнародної наукометричної бази SCOPUS).

#### **8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

1. Забагато приділено уваги формулюванню основних понять, які використовуються у роботі.

2. Стратегії MAX, MIN і MAX-MIN, що дозволяють підвищити оперативність рішення задач оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах, можливо б розписати більш детально.

3. Не наведено, які технічні характеристики повинен мати персональний комп'ютер для встановлення розробленого програмного забезпечення, а також – необхідний об'єм вільного місця на логічному диску C:.

4. Взагалі у дисертаційній роботі відчувається певна нестача посилань на

першоджерела, які мають теоретичні основи дослідження.

## 9. Висновки

Дисертаційна робота Рибальченко Аліни Олександрівни «Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу» є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 12 – «Інформаційні технології» та спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія».

Таким чином, враховуючи актуальність теми, отримані наукові результати та практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Рибальченко А.О. «Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Рибальченко Аліна Олександрівна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія».

Другий рецензент, доцент  
кафедри комп'ютерної інженерії та  
програмування НТУ «ХПІ»  
кандидат технічних наук, доцент

*Посада, науковий ступінь, вчене звання*

Сергій  
БУЛЬБА  
ПІБ



Підпис *Сергій Бульба*  
ЗАСВІДЧУЮ:  
ВЧІСНИЙ СЕКРЕТАР  
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
"23" 07 *Сергій Бульба*

ЗАЙЦЕВ Ю. І.