

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

професора кафедри кібербезпеки та DATA-технологій  
Харківського національного університету внутрішніх справ,  
доктора технічних наук, професора Можасва Олександра Олександровича  
на дисертаційну роботу Рибальченко Аліни Олександрівни  
«Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на  
основі рангового підходу»,  
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

### **Актуальність теми**

Дисертаційна робота Рибальченко Аліни Олександрівни присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі розробки методу оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу (РП). Тема дисертаційної роботи спрямована на забезпечення оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах у хмарному середовищі. Необхідність розробки такого методу обумовлена зростанням об'єму даних, які передаються у транзакційній інформаційній системі (ТІС), високою інтенсивністю транзакцій та необхідністю у надійній роботі білінгових інформаційних систем (БІС), які використовуються у сферах телекомунікацій, фінансів тощо. Забезпечення ефективного розміщення даних дозволить збільшити швидкість обслуговування клієнтів, зменшити час на відгук систем та підвищити продуктивність і надійність OLTP-системи.

Використання розробленого методу дозволить підвищити оперативність рішення задач оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах, а також скоротити час на різноманітні фінансові операції та обіг коштів у банківській системі (переказ коштів з одного рахунку на інший через банки, електронні платіжні системи, грошові перекази за допомогою платіжних карток тощо) та у приватних і державних організаціях.

Таким чином, розробка методу оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі РП – є актуальним науковим завданням.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі комп'ютерної інженерії та програмування Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі**

Положення та висновки, що наведено в дисертаційній роботі Рибальченко А.О., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні математичного апарату теорії машинного навчання, теорії ймовірності та математичної статистики, теорії інформації, методів математичного та імітаційного моделювання з використанням ліцензійного програмного забезпечення (ПЗ).

Дослідження виконано з використанням математичного апарату та сучасного комп'ютерного моделювання. Результати перевірено шляхом проведення практичних експериментів із застосуванням розробленого ПЗ, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

### **Достовірність результатів досліджень**

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукові результати застосовано під час створення імітаційних моделей з використанням математичного пакету MathCad та розробленого ПЗ.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

1. Вперше розроблена 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 розроблений 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.

#### **Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання**

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що розроблені у дисертації теоретичні положення та математичні моделі є основою для розробки алгоритмічного забезпечення, апаратних засобів та

програмного забезпечення щодо оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах, яка полягає у:

1) 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;

2) 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;

3) 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.

Розроблений метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах дозволяє знизити похибку рішення задачі цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними 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.

Результати дисертації впроваджено та використано у діяльності компанії "LineUp", а також використовуються у навчальному процесі Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" та Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

#### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях**

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).

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

### **Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Рибальченко А.О. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показано її наукову і практичну цінність, сформульовано мету і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведено апробацію дисертаційної роботи і відповідні публікації.

У першому розділі проведено аналіз існуючих моделей та способів побудови ТІС. Показано, що використання існуючих моделей та способів дозволить врахувати обмеження об'єму пам'яті вузлів і доступні витрати на оренду ресурсів хмари та скоротити сукупний об'єм інформаційних масивів у розподіленій ІС.

У другому розділі розроблено математичну модель оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі РП до рішення задачі цілочисельного лінійного програмування (ЦЛП) з булевими змінними (БЗ). Це дозволило побудувати раціональні плани розміщення даних у хмарі на основі РП до рішення задачі ЦЛП з БЗ.

Показано, що на основі введених понять одновимірного і  $m$ -мірного «коридору» та системи калібрувальних шкал розроблені стратегії дозволяють ефективно відсікати безперспективні варіанти рішень задачі ЦЛП з БЗ.

Удосконалено метод відсікання безперспективних варіантів рішень задачі ЦЛП з БЗ. Відмінною складовою його є використання розроблених

стратегій та правил вибору шляхів у множинах. Це дозволило реалізувати принцип оптимізації за напрямком у дискретному просторі станів.

У третьому розділі розроблено метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі РП. Метод забезпечує лінійну залежність зростання продуктивності системи від кількості процесорних елементів. Застосування методу дозволило:

- зменшити до 0,5 % похибку рішення задачі ЦЛП з БЗ при використанні стратегій MAX, MIN та MAX-MIN для відсікання безперспективних варіантів рішень;

- розробити паралельні алгоритми для реалізації стратегій MAX, MIN та MAX-MIN;

- розробити архітектури паралельних обчислювальних структур систолічного типу, які реалізують принцип циклічної обробки даних.

Одержав подальший розвиток метод формування гарантованих прогнозів. Відміною стало забезпечення заданої точності обчислень при допустимих часових та ресурсних витратах. Це дозволило здійснити оптимізацію точності обчислень при обмежених часових ресурсах на отримання рішення.

Для оцінки застосовності методу у четвертому розділі проведено експеримент та розроблено ПЗ, а також сформовано сценарій тестування. Підтверджено факт, що із збільшенням розмірності вирішуваної тестової задачі, вона стабілізується і для різних стратегій відсікання та лежить у межах від 0,5 до 10%, а також значення показника оперативності  $P \geq 0,9$  – може бути забезпечено для задач з числом змінних від 250 до 400.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел складається зі 163 найменування. Він є досить повним та включає як вітчизняні, так і закордонні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

### **Академічна доброчесність**

Порушень академічної доброчесності у дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримано самостійно та містяться у опублікованих роботах. У роботах, які опубліковані у співавторстві, використано лише ті ідеї, положення та розрахунки, яких є результатом особистих наукових пошуків.

### **За дисертаційною роботою можна зробити наступні зауваження:**

1. У підрозділі 1.1 першого розділу автор, нажаль, приділяє недостатньо уваги деталізації архітектурних рішень.
2. У другому розділі, при удосконаленні методу відсікання неперспективних варіантів рішень у задачі ЦЛП з БЗ, автор не враховує те, що модель оптимального розміщення даних може бути занадто складною для практичного застосування.
3. У третьому розділі, при розробці методу, автор, нажаль, не враховує той факт, що метод оптимального розміщення даних у білінгових OLTP-системах може бути недостатньо ефективним для великих систем.
4. У четвертому розділі, у підрозділі 4.3, при проведенні дослідження стратегії формування шляхів у графі результати можуть бути недостатньо порівняні з альтернативними підходами. Крім того, у підрозділі 4.5 багатокритеріальний синтез може не враховувати усі релевантні критерії для БС.
5. У дисертаційній роботі не достатньо повно розкрита практична складова, з боку застосування, розробленого методу.

Вказані зауваження і недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація – є актуальною та має високу цінність та практичну значущість для науки.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Рибальченко А.О. «Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу» за своїм змістом відповідає спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-технічну задачу, яка полягає у розробці методу оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу.

Дисертаційна робота Рибальченко А.О. «Метод оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі рангового підходу» відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Рибальченко Аліна Олександрівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор

професор кафедри кібербезпеки та DATA-технологій

Харківського національного університету внутрішніх справ,



**Олександр МОЖАЄВ**

“ 23 ” 07

2024 р.