



THE ISSUE CONTAINS:



Proceedings of the 7th
International Scientific
and Practical Conference

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC
DISCUSSION: PROBLEMS,
TASKS AND PROSPECTS**


Brighton, United Kingdom
19-20.10.2023

SCIENTIFIC COLLECTION
INTERCONF+




No **38** (175)
October, 2023

	Коломійцев О.В. Голубничий Д.Ю. Рибальченко А.О. Третяк В.Ф. Осієвський С.В. Возний О.О. Балабуха О.С. Качуровський Г.М. Грічанюк О.М. Галашевський Г.О. Сокова Т.В. Любченко О.В.	ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ РАНГОВОГО ПІДХОДУ В МОДЕЛІ ТРАНЗАКЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З РЕПЛІКАЦІЄЮ ФРАГМЕНТІВ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ РОЗГОРТАННЯ У ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	326
	Усатова О.А. Батырханова А.А.	ФОРМИРОВАНИЕ БУДУЩЕГО ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНФОРМАЦИОННОМ БИЗНЕСЕ	342



ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

	Gasimova E.N. Salehzadeh G.S. Namazova N.T. Huseynova N.O.	ARCHITECTURE AS A SOURCE OF CREATIVITY IN THE ACTIVITY OF DESIGNERS	348
---	---	---	-----

PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS

	Pichurin V. Umerenko V. Dutko T.	THEORETICAL PREREQUISITES OF PSYCHO- PHYSICAL TRAINING IN PHYSICAL EDUCATION	360
	Базилевич Н.О. Горбенко М.І. Юрченко І.В. Горбатов І. Гусак Д.	ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ФІЗИЧНОГО СТАНУ СТУДЕНТІВ ПЕДАГОГІЧНИХ ЗВО В ПРОЦЕСІ САМОСТІЙНОЇ ФІЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВЧОЇ РОБОТИ	366
	Базилевич Н.О. Шульга М.П. Тонконог О.С. Кобелева С.	ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ ШВИДКІСНИХ ЗДІВНОСТЕЙ ШКОЛЯРІВ 11-12 РОКІВ ЗАСОБАМИ ЛЕГКОЇ АТЛЕТИКИ	385


MILITARY AFFAIRS AND NATIONAL SECURITY

	Shostak V. Yerko V. Kryzhaniivskyi Y. Liubarets A. Perehonchuk V.	DETERMINING THE EXPEDIENCY OF MODERNIZING TECHNICAL SYSTEMS BASED ON AN EVOLUTIONARY APPROACH	403
	Азаренко О.В. Гвоздь В.М. Гончаренко Ю.Ю. Дівізінюк М.М. Мирошник О.М. Фаррахов О.В.	МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЙБІЛЬШОЇ БЕЗПЕКИ СТРАТЕГІЧНОГО ОБ'ЄКТУ, ЩО ОХОРОНЯЄТЬСЯ, ПРИ ЛІМІТІ ВИДІЛЕНИХ КОШТІВ	417

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

 DOI 10.51582/interconf.19-20.10.2023.030

Використання методів рангового підходу в моделі транзакційної системи з реплікацією фрагментів бази даних для розгортання у хмарному середовищі

Коломійцев Олексій Володимирович¹ ,
Голубничий Дмитро Юрійович² ,
Рибальченко Аліна Олександрівна³ ,
Третяк Вячеслав Федорович⁴ ,
Осієвський Сергій Валерійович⁵ ,
Возний Олександр Олександрович⁶ ,
Балабуха Олексій Сергійович⁷ ,
Качуровський Георгій Миколайович⁸ ,
Грічанюк Олександр Михайлович⁹ ,
Галашевський Геннадій Олександрович¹⁰ ,
Сокова Тетяна Володимирівна¹¹ ,
Любченко Олексій Вікторович¹² 

¹ Заслужений винахідник України, доктор технічних наук,
професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування;
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; Україна

² кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних систем;
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця; Україна

³ аспірантка, інженер 1 категорії кафедри комп'ютерної інженерії та програмування;
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; Україна

⁴ кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник,
науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил;
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба; Україна

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

⁵ кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри факультету;
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба; Україна

⁶ начальник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил;
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба; Україна

⁷ кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник;
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба; Україна

⁸ кандидат технічних наук, науковий співробітник;
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба; Україна

⁹ кандидат технічних наук, старший науковий співробітник;
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба; Україна

¹⁰ старший викладач кафедри фізичного виховання, спеціальної фізичної підготовки і спорту;
Національний університет оборони України імені Івана Черняховського; Україна

¹¹ Слухач інституту авіації і протиповітряної оборони;
Національний університет оборони України імені Івана Черняховського; Україна

¹² аспірант, інженер 1 категорії кафедри комп'ютерної інженерії та програмування;
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; Україна

Анотація.

Стаття досліджує проблеми ефективного використання рангового підходу в контексті моделі транзакційної системи з реплікацією фрагментів бази даних для подальшого розгортання у хмарному обчислювальному середовищі. Автори розглядають ключові аспекти та виклики, пов'язані з імплементацією такої системи в хмарному середовищі, а також розглядають потенційні переваги та обмеження цього підходу. Стаття аналізує методи рангового підходу, які можна використовувати для керування реплікацією фрагментів бази даних в розподіленій транзакційній системі.

Ключові слова:

ранговий підхід
реплікація фрагментів бази даних

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

Відомо, що модель транзакційної системи з реплікацією фрагментів бази даних (БД) для розгортання у хмарному середовищі має особливості, які роблять її ефективною та відповідною потребам хмарних рішень.

До особливостей моделі відноситься наступне.

Розподілена архітектура: система повинна бути здатна до розподіленого збереження та обробки даних на різних серверах або облікових записах у хмарному середовищі, що дозволяє отримувати доступ до даних із різних місць та забезпечує вищу доступність і масштабованість.

Реплікація фрагментів: реплікація БД (РБД) передбачає створення кількох копій одних і тих самих даних на різних серверах, що забезпечує надійність та високу доступність системи, а також дозволяє збільшити швидкість доступу до даних за рахунок розподілу завантаження. До основних особливостей реплікації фрагментів БД можливо віднести наступні:

- гнучкість вибору даних для реплікації: адміністратор БД може точно визначити, які таблиці, записи або області даних повинні бути репліковані, що дозволяє вибирати лише ту частину БД, яка є критичною для конкретних додатків або операцій;

- ефективне використання ресурсів: реплікація фрагментів даних дозволяє заощаджувати ресурси такі як сховище даних, мережевий трафік, оскільки не усі дані повинні бути копійовані на репліки, що особливо корисно у ситуаціях з обмеженими ресурсами;

- зниження затримок у мережі: якщо реплікуються лише певні фрагменти даних, то зменшується об'єм даних, які потрібно передавати між серверами, що може покращити швидкість доступу до даних та зменшити затримки у мережі;

- можливість оптимізації продуктивності: реплікація фрагментів даних може бути налаштована для підтримки конкретних завдань або додатків;

- підвищена доступність та надійність: реплікація фрагментів даних може підвищити доступність та надійність системи БД, оскільки може бути більше однієї копії важливих даних, що дозволяє продовжувати роботу, навіть якщо одна з реплік відмовить;

- масштабованість: реплікація фрагментів даних дозволяє легко масштабувати систему, додаючи або видаляючи репліки відповідно до потреб;

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

– кешування та покращення швидкодії: дані на репліках можуть бути кешовані для зменшення затримок у доступі до інформації, що покращує загальну швидкодію системи;

– баланс між узгодженістю або цілісністю даних та продуктивністю: реплікація фрагментів даних дозволяє знаходити баланс між узгодженістю або цілісністю даних та продуктивністю, оскільки можливо вибирати, як часто та яким чином оновлювати репліки;

– забезпечення безпеки: реплікація фрагментів даних може бути використана для поліпшення безпеки даних, оскільки можна обмежувати доступ до певних фрагментів для забезпечення конфіденційності.

Синхронна та асинхронна реплікація: два різних методи копіювання даних з одного місця на інше у системі БД, або у розподіленій системі для забезпечення вищої доступності, надійності та інших цілей. Основна різниця між ними полягає у тому, як вони керують процесом реплікації та її впливом на операції з БД:

– синхронна реплікація: дані копіюються з майстер-сервера (вихідного сервера) на одну або декілька реплік (приймальних серверів) у реальному часі; запити на зміну даних (наприклад, оновлення, вставки або видалення) не вважаються завершеними, поки вони не були розповсюджені на усі репліки та успішно виконані на них. Вигода полягає у тому, що дані на усіх репліках завжди зберігаються в однаковому стані, що гарантує повну консистентність, але може призводити до затримок у обробці запитів, особливо при великому обсязі даних або віддалених репліках;

– асинхронна реплікація: дані копіюються з майстер-сервера на репліки з певною затримкою у часі. Це означає, що зміни можуть бути відправлені на репліки пізніше, ніж вони були зроблені на майстер-сервері, а також запити на зміну даних завершуються на майстер-сервері без очікування підтвердження від реплік, тобто не блокуються очікуванням відповіді від реплік. Переваги асинхронної реплікації включають високу продуктивність на майстер-сервері та зниження затримок у виконанні запитів, але це може призвести до можливої неконсистентності даних на репліках, яка має бути узгоджена та вирішена додатковими механізмами конфліктного управління.

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

Моніторинг та керування: для ефективного управління та моніторингу реплікації фрагментів БД у хмарному середовищі, система повинна надавати засоби для відстеження стану реплікації, виявлення помилок та відновлення роботи.

Захист та безпека: забезпечення безпеки даних є важливою задачею. Усі дані, які реплікуються, повинні бути шифровані та захищені від несанкціонованого доступу.

Сумісність та інтеграція: транзакційна система повинна бути сумісною та легко інтегрованою з іншими хмарними послугами та додатками.

Автоматизація та масштабованість: система повинна надавати інструменти для автоматизації процесів реплікації та масштабування, щоб забезпечити ефективне використання ресурсів.

Збереження історії змін: для відстеження історії змін та можливості відновлення даних у разі помилок, система повинна підтримувати механізми журналювання та архівування даних.

Оптимізація завантаження: хмарне середовище може зазнавати змін у завантаженні, тому система повинна бути здатною адаптуватися до змінного навантаження та оптимізувати використання ресурсів.

Як вихідні дані можуть бути використані наступні:

- множина вузлів - $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$, де n - сумарна кількість всіх вузлів;

- множина користувачів - $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$;

- множина фрагментів БД - $R = \{R_1, R_2, \dots, R_d\}$, де d - сумарна кількість фрагментів;

- множина інтенсивності формування запитів - $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$;

- множина запитів - $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_q\}$, де q - кількість запитів;

- множина об'єму відношень - $V = \{V_1, V_2, \dots, V_d\}$;

- швидкість зчитування у вузлі - $VV = \{VV_1, VV_2, \dots, VV_n\}$;

- швидкість запису у оперативну пам'ять вузла - $VD = \{VD_1, VD_2, \dots, VD_n\}$;

- швидкість передачі даних каналом зв'язку - θ ;

- постійна затримка під час передачі каналом - θ_0 ;

- постійна затримка при обробці у вузлі (пов'язана з періодом опитування вхідної черги в буфері EOM) - α_0 ;

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

- продуктивність процесора U_s -го вузла - $PU_s, s = \overline{1, n}$;
- матриця ймовірностей формування запитів користувачами
- $F = \left\| f_{A_i Q_j} \right\|, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, q}$;
- матриця об'єму інформації, що зчитується -
- $B = \left\| b_{Q_i R_j} \right\|, i = \overline{1, q}, j = \overline{1, d}$;
- матриця кількості процесорних операцій -
- $BR = \left\| br_{Q_i R_j} \right\|, i = \overline{1, q}, j = \overline{1, d}$;
- матриця розподілу копій R_j -го фрагменту БД -
- $X = \left\| x_{R_j U_z} \right\| j = \overline{1, d}, U_z = \overline{1, n}$;

$$x_{R_j U_z} = \begin{cases} 1, \text{ якщо копія } R_j \text{ - го фрагменту БД розміщена в } U_z \text{ - му вузлі,} \\ 0, \text{ в іншому випадку;} \end{cases} \quad (1)$$

При цьому, $K_j = \sum_{z=1}^n x_{R_j U_z}$ кількість копій R_j -го фрагменту БД, $j = \overline{1, d}$.

Слід зазначити, що розглянута концептуальна модель передбачає наступне. Вузли мережі регулярної структури, сервер управління доставкою (СУД) контенту, сервер метаданих (СМ), усі вузли підмереж, що входять до складу мережі хмарної структури, у сукупності утворюють множину вузлів - $U_i, i = \overline{1, n}$. СУД самостійно не формує запити користувача, що, у свою чергу, досягається завданням ймовірності формування серверами власних вихідних запитів які дорівнюють нулю.

Із врахуванням часових характеристики, застосовні й у аналізованій моделі, тобто час $TA_{A_s U_z}$ виконання запиту користувача A_s до вузла U_z може бути обчислено за формулами (2-5):

$$TA_{A_s U_z} = (TOK_{1s} + W_{users}^{sw} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw}) + (TO_{SUD}^I + W_{SUD}^I + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw}) + (TO_{SM} + W_{SM} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw}) + (TO_{SUD}^{II} + W_{SUD}^{II} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw} + TOK_{LAN}^{sw} + W_{LAN}^{sw}) + (TO_{2z} + W_{2z} + TOK_{LAN}^{sw} + W_{cloud}^{sw} + TOK_{2z} + W_{users}^{sw} + WK_{2s}) + (TO_{1s} + W_{1s}) + (TO_{SUD}^{III} + W_{SUD}^{III} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw} + TOK_{2z} + W_{users}^{sw} + WK_{2s}) = TOK_{1s} + 2W_{users}^{sw} + 6TOK_{cloud}^{sw} + 6W_{cloud}^{sw} + TO_{SUD}^I + W_{SUD}^I + TO_{SM} + W_{SM} + TO_{SUD}^{II} + W_{SUD}^{II} + 2TOK_{LAN}^{sw} + W_{LAN}^{sw} + TO_{2z} + W_{2z} + TO_{SUD}^{III} + W_{SUD}^{III} + TOK_{2z} + WK_{2s} + TO_{1s} + W_{1s}, \quad (2)$$

де $(s = \overline{1, n}, z = \overline{1, n}, s \neq z)$.

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

У виразі (2) доданки мають наступне значення:

- $(TOK_{1s} + W_{users}^{sw} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw})$ – час з моменту формування запиту A_s користувачем до моменту закінчення його запису у буферну пам'ять СУД;

- $(TO_{SUD}^I + W_{SUD}^I + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw})$ – час з моменту надходження запиту до буферної пам'яті СУД до моменту закінчення його запису у буферну пам'ять СМ;

- $(TO_{SM} + W_{SM} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw})$ – час з моменту надходження запиту до буферної пам'яті РМ до моменту закінчення запису відповіді від РМ до буферної пам'яті СУД;

- $(TO_{SUD}^{II} + W_{SUD}^{II} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw} + TOK_{LAN}^{sw} + W_{LAN}^{sw})$ – час з моменту надходження запиту до буферної пам'яті СМ до моменту закінчення запису запиту до буферної пам'яті U_s -го вузла підмережі, який оброблятиме запит;

- $(TO_{2z} + W_{2z} + TOK_{LAN}^{sw} + W_{LAN}^{sw} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw})$ – час з моменту надходження запиту буферну пам'ять U_s -го вузла до моменту закінчення запису результатів обробки запиту буферну пам'ять СУД;

- $(TO_{SUD}^{III} + W_{SUD}^{III} + TOK_{cloud}^{sw} + W_{cloud}^{sw} + TOK_{2z} + W_{users}^{sw} + WK_{2s})$ – час з моменту надходження результатів обробки запиту у буферну пам'ять СУД до моменту завершення запису остаточних результатів у буферну пам'ять U_s -вузла, який сформував вихідний запит;

- $(TO_{1s} + W_{1s})$ – час з моменту надходження остаточних даних у буферну пам'ять U_s -го вузла до моменту відображення результатів A_s -го користувача.

Тоді, час реакції на запити, що формуються A_s -м користувачем, обчислюється наступним чином [1-2]:

$$TA_s = \sum_{z=1, z \neq s}^n PS_{A_s U_z} TA_{A_s U_z}, \quad (3)$$

де $PS_{A_s U_z}$ – ймовірність того, що користувач A_s сформує запити по U_z -му вузлу; $s = \overline{1, n}, z = \overline{1, n}$.

Таким чином, середній час реакції для усіх користувачів знаходиться наступним чином:

$$TA = \sum_{s=1}^n \lambda_s TA_s / \sum_{s=1}^n \lambda_s. \quad (4)$$

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

Для визначення часу t_0 очікування обслуговування заявок U_s вузлом та каналом використовується відоме співвідношення для розімкнених СМО з U_s вхідними потоками та безпріоритетною дисципліною FIFO:

$$t_0 = \sum_{i=1}^Y \lambda_i \bar{x}^2 / 2(1 - \rho), \quad (5)$$

де λ_i – інтенсивність i -го потоку заявок; \bar{x}^2 – другий момент обслуговування заявок першої групи; $\rho = \sum_{i=1}^Y \rho_i$ – сумарне завантаження обслуговуючого приладу; ρ_i – завантаження приладу, яке створене заявками i -го типу, $\rho_i = \lambda_i \omega_i$; ω_i – обслуговування заявок першої групи.

Прикріплення користувачів до реплік фрагментів БД (зв'язок A_s користувача з копією R_j -го фрагмента) може бути реалізовано на рівні усіх запитів або на рівні окремих запитів користувача. У першому варіанті запити, що формуються користувачем A_s , можуть звертатись до тільки певної копії фрагмента БД R_j , у другому варіанті – до різних копій фрагмента R_j .

Розглянемо спочатку варіант прикріплення користувачів до реплік фрагментів БД, при якому запити, що формуються A_s користувачем, можуть звертатися до тільки певної копії фрагмента R_j . Тоді, додатково вводиться матриця $Y = \parallel y_{A_s R_j U_z} \parallel$ прикріплення запитів користувачів до конкретних копій R_j -го фрагмента БД, $s = \overline{1, n}, j = \overline{1, d}, z = \overline{1, n}$, де:

$$y_{A_s R_j U_z} = \begin{cases} 1, \text{ якщо копія } A_s \text{ – го користувача прикріплена до копії } R_j \text{ – го фрагменту БД,} \\ \text{ який розміщено в } U_z \text{ – му вузлі;} \\ 0 \text{ у іншому випадку.} \end{cases} \quad (6)$$

Таким чином, між елементами матриць існує наступна залежність: якщо $y_{A_s R_j U_z} = 1$, тоді $x_{R_j U_z} = 1$. Основні співвідношення для розрахунку часових характеристик у разі, коли прикріплення користувачів до реплік фрагментів БД реалізовано на рівні усіх запитів користувача, мають наступний вигляд:

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

- ймовірність того, що A_s -й користувач сформує запити до R_j -го фрагменту БД (ймовірність інформаційного зв'язку):

$$PS_{A_s U_z} = \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \delta(b_{Q_i R_j}), s = \overline{1, n}, j = \overline{1, d}, \quad (7)$$

де $\delta(b_{Q_i R_j})$ – символ Кронекера;

- ймовірність інформаційного зв'язку A_s користувача з U_z -м вузлом з урахуванням прикріплення користувача до копій фрагментів БД:

$$PI_{A_s U_z} = \sum_{j=1}^d PI_{A_s R_j} y_{A_s R_j U_z}, s = \overline{1, n}, z = \overline{1, n}; \quad (8)$$

- інтенсивність вхідного потоку для кожної із груп заявок:

$$\text{для першої групи} - \lambda_{1s} = \lambda_s \sum_{z=1}^n PS_{A_s U_z}, s = \overline{1, n};$$

$$\text{для другої групи} - \lambda_{2s} = \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n \lambda_z PS_{A_s U_z}, s = \overline{1, n}.$$

Визначимо час обслуговування запитів кожної із груп у U_s -вузлі. Для запитів першої групи розрахунок часу обслуговування, що включає врахування витрат на отримання даних, які були попередньо зчитані та оброблені в U_z -му вузлі $z \neq s$, а також на подальше виконання обчислювальних процедур, базується на знаходженні наступних характеристик:

- середнього об'єму інформації, що передається в U_s -й вузол:

$$VS_{1s} = \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d br_{Q_i R_j} \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n y_{A_s R_j U_z}, s = \overline{1, n}; \quad (9)$$

- середнього часу передачі в U_s -й вузол:

$$WS_{1s} = VS_{1s}/\theta + \theta_0 + VS_{1s}/VD_s, \quad ; s = \overline{1, n}; \quad (10)$$

- середньої кількості процесорних операцій, які необхідні для реалізації обчислювальних процедур бізнес-додатків:

$$PV_{1s} = \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d br_{Q_i R_j} \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n y_{A_s R_j U_z}, s = \overline{1, n}; \quad (11)$$

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

- середнього часу виконання процесорних операцій:

$$WP_{1s} = PV_{1s}/PU_s + \alpha_0, s = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Таким чином, середній час обслуговування запитів першого типу в U_s -му вузлі визначається як:

$$W_{1s} = WS_{1s} + WP_{1s}, s = \overline{1, n}.$$

Для запитів другої групи розрахунок часу обслуговування, що включає врахування витрат на зчитування даних для їх передачі до інших вузлів, базується на знаходженні:

- середнього обсягу інформації, що зчитується:

$$VS_{2s} = \sum_{i \neq s}^n \lambda_i / \sum_{u \neq s}^n \lambda_u \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d \delta (br_{Q_i R_j}) V_{R_j} \sum_{z \neq s}^n y_{A_s R_j U_z}, s = \overline{1, n}; \quad (13)$$

- середнього часу зчитування та передачі інформації:

$$WS_{2s} = VS_{2s}/\theta + \theta_0 + VS_{2s}/VD_s, ; s = \overline{1, n}; \quad (14)$$

- середньої кількості процесорних операцій, які необхідні для реалізації обчислювальних процедур бізнес-додатків:

$$PV_{2s} = \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d br_{Q_i R_j} V_{R_j} \sum_{z \neq s}^n y_{A_s R_j U_z}, s = \overline{1, n}; \quad (15)$$

- середнього часу виконання процесорних операцій:

$$WP_{2s} = PV_{2s}/PU_s + \alpha_0, s = \overline{1, n}. \quad (16)$$

Середній час обслуговування запитів другого типу в U_s -му вузлі обчислюється наступним чином:

$$W_{2s} = WS_{2s} + WP_{2s}, s = \overline{1, n}. \quad (17)$$

Час W_{SUD}^{III} формування сервером управління доставкою остаточного набору даних результатів обробки запиту вузлами визначається на основі наступних співвідношень:

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

- середнього об'єму отриманої інформації:

$$VS_s = \sum_{i \neq s}^n \lambda_i / \sum_{u \neq s}^n \lambda_u \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d \delta (br_{Q_i R_j}) V_{R_j} \sum_{z \neq s}^n y_{A_s R_j U_z}, s = \overline{1, n}; \quad (18)$$

- середнього часу зчитування інформації:

$$WS_s = VS_s / \theta + \theta_0 + VS_s / VV_s, s = \overline{1, n}; \quad (19)$$

- середньої кількості процесорних операцій, які необхідні для обчислювальних процедур бізнес-додатків:

$$PV_s = \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d br_{Q_i R_j} V_{R_j} \sum_{z \neq s}^n y_{A_s R_j U_z}, s = \overline{1, n}; \quad (20)$$

- середнього часу виконання процесорних операцій:

$$WP_s = PV_s / PU_s + \alpha_0, \quad (21)$$

де s - номер вузла, що відповідає СУД.

Тоді, середній час формування сервером управління доставкою остаточного набору даних обчислюється як:

$$W_{SUD}^{III} = WS_{SUD} + WP_{SUD}.$$

Розглянемо варіант прикріплення користувачів до конкретних копій фрагментів БД лише на рівні окремих запитів. Особливість даного способу полягає у тому, що якщо A_s користувач формує запити Q_1 та Q_0 , які звертаються до одного і того ж R_j -го фрагменту БД, то можливе прикріплення запитів до різних реплік цього фрагмента, розміщеним у вузлах U_s та U_z .

Тоді, вводиться матриця $Z = \parallel z_{A_s Q_i R_j U_z} \parallel$ прикріплення запитів користувачів до конкретних копій R_j -го фрагмента БД на рівні окремих запитів:

$$Z_{A_s Q_i R_j U_z} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } Q_i - \text{й запит до } R_j - \text{того фрагменту БД, який формується } A_s - \text{му,} \\ \text{користувачем прикріплений до копії фрагменту, який розміщений в } U_z - \text{му вузлі;} \\ 0, \text{ в іншому випадку.} \end{cases} \quad (22)$$

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

де: $s = \overline{1, n}, i = \overline{1, q}, j = \overline{1, d}, z = \overline{1, n}$.

Основні співвідношення для розрахунку часових характеристик у випадку, коли прикріплення користувачів до реплік фрагментів БД реалізовано на рівні окремих запитів користувача, мають наступний вигляд:

- ймовірність інформаційного зв'язку A_s користувача U_z -м вузлом з урахуванням прикріплення користувача до копій фрагментів БД:

$$PS_{A_s U_z} = \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^d Z_{A_s Q_i R_j U_z} f_{A_s Q_i} \delta (br_{Q_i R_j}), s = \overline{1, n}, z = \overline{1, n}; \quad (23)$$

- інтенсивність вхідного потоку для кожної із груп заявок:

$$\text{для першої групи} - \lambda_{1s} = \lambda_s \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n PS_{A_s U_z}, s = \overline{1, n};$$

$$\text{для другої групи} - \lambda_{2s} = \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n \lambda_z PS_{A_s U_z}, s = \overline{1, n}.$$

Середній час обслуговування запитів першого типу у U_s -вузлі визначається з наступних співвідношень:

$$VS_{1s} = \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d b_{Q_i R_j} V_{R_j} \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n Z_{A_s Q_i R_j U_z}; \quad (24)$$

$$WS_{1s} = VS_{1s} / \theta + \theta_0 + VS_{1s} / VD_s; \quad (25)$$

$$PV_{1s} = \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d br_{Q_i R_j} \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n Z_{A_s Q_i R_j U_z}; \quad (26)$$

$$WP_{1s} = PV_{1s} / PU_s + \alpha_0; W_{1s} = WS_{1s} + WP_{1s}, s = \overline{1, n}. \quad (27)$$

Середній час обслуговування запитів другого типу у U_s -вузлі обчислюється наступним чином:

$$VS_{2s} = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq s}}^n \lambda_i / \sum_{\substack{u=1 \\ u \neq s}}^n \lambda_u \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d \delta (br_{Q_i R_j}) V_{R_j} \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n Z_{A_s Q_i R_j U_z}; \quad (28)$$

$$PV_{2s} = \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d b_{Q_i R_j} V_{R_j} \sum_{\substack{z=1 \\ z \neq s}}^n Z_{A_s Q_i R_j U_z}; WP_{2s} = PV_{2s} / PU_s + \alpha_0; \quad (29)$$

$$W_{2s} = WS_{2s} + WP_{2s}; s = \overline{1, n}. \quad (30)$$

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

Час W_{SUD}^{III} формування сервером управління доставкою остаточного набору даних результатів обробки запиту вузлами визначається на основі наступних співвідношень:

$$PV_s = \sum_{i \neq s}^n \lambda_i / \sum_{u \neq s}^n \lambda_u \sum_{i=1}^q f_{A_s Q_i} \sum_{j=1}^d \delta (br_{Q_i R_j}) V_{R_j} \sum_{z \neq s}^n Z_{A_s Q_i R_j U_z}; \quad (31)$$

$$WS_s = VS_s / \theta + \theta_0 + VS_s / VV_s; WP_s = PV_s / PU_s + \alpha_0, \quad (32)$$

$$W_{SUD}^{III} = WS_s + WP_s. \quad (33)$$

де s - номер вузла, що відповідає СУД.

Відомо, що для оптимізації розподілення фрагментів БД у хмарній мережі необхідно зменшувати середній об'єм передачі даних. Тому, запропоновано використовувати точні та наближені методи рангового підходу (РП) до рішення задачі цілочисельного лінійного програмування (ЦЛП) з булевими змінними (БЗ).

За результатами проведених досліджень за даним напрямком отримані наступні результати [2-16].

Розроблені стратегії і правила вибору шляхів у множинах складають метод відсікання неперспективних варіантів рішень задачі ЦЛП з БЗ та реалізують принцип оптимізації за напрямком у дискретному просторі станів.

Показано, що на основі введених понять одновимірного та m -мірного "коридору", а також системи калібрувальних шкал розроблені стратегії дозволяють ефективно відсікати неперспективні варіанти рішень задачі ЦЛП з БЗ.

Одержані стратегії та узагальнена процедура А0 дозволили розробити одновимірні та m -мірні алгоритми точного та наближеного рішення задачі ЦЛП з БЗ.

Оцінка часової складності наближених алгоритмів не перевищує $O(mn)$, у гіршому разі, при послідовній реалізації.

Розроблені наближені й точні алгоритми дозволили запропонувати схему багатоетапної фільтрації для отримання точного рішення задачі ЦЛП з БЗ.

Порівняльний аналіз розроблених алгоритмів з відомими за вибраними показниками ефективності показав, що їх часова складність істотним чином залежить від рангу оптимального

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

рішення, який може належати одній з трьох умовно виділених зон. Тому, об'єктивне порівняння алгоритмів можливо лише для рішень, що належать одній і тій же зоні.

З порівняння рішень за зонами можливо побачити, що найбільший вигравш пропоновані алгоритми дають у другій зоні, де число припустимих рішень експоненціально, що є важливою перевагою у порівнянні з відомими.

Ефективність виділення "коридору" на ярусі вище за ефективність виділення "коридору" на множинах. Тому, на останніх етапах багато етапних алгоритмів доцільно використовувати саме цю стратегію відсікань.

Дослідження погрішності наближених алгоритмів показало, що із збільшенням розмірності вирішуваної тестової задачі, вона стабілізується і для різних стратегій відсікання лежить у межах від 1 до 10%.

Властивість стабілізації погрішності дозволила побудувати ефективні точні багато етапні алгоритми рішення ЦЛП з БЗ.

Розроблено метод паралельних обчислень на основі рангового підходу до рішення задачі ЦЛП з БЗ, який забезпечує лінійну залежність зростання продуктивності системи від кількості процесорних елементів. Застосування даного методу дозволяє:

- зменшити на 10 % 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.

References:

- [1] Черноморов, Г.А. Теория принятия решений: учебное пособие / Г.А. Черноморов. – Юж.-Рос. гос. техн. ун-т – 3-е изд., перераб. и доп. – Новочеркасск: Ред. журн. «Изв. вузов. Электромеханика», 2005. – 448 с.
- [2] Горобец, В.В. Облачная модель транзакционной системы / В.В. Горобец // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 4. – С. 19- 24.
- [3] Viacheslav, Tretiak, et al. "Parallel Computation Method for Fragmentation of Distributed Database Data Based on Rank-Based

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

- Approach." 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT). IEEE, 2019.
- [4] Третяк, В.Ф. (2004). Технология репликации в распределенных системах управления базами данных. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Х.: ХАЗДТ, (1), С. 7-10.
- [5] Голубничий, Д., Третяк, В., Костенко, І., Поляцко, В., Апполонов, О., Крук, Б., & Закіров, З. (2021). Експериментальне дослідження алгоритмів рішення задач дискретної оптимізації на основі рангового підходу та принципу оптимізації за напрямком. *InterConf*, (58), 324-337.
- [6] Пономаренко В.С., Голубничий Д.Ю. & Третяк В.Ф. (2005). Цілочисельне програмування в економіці. – Х.: Вид. ХНУ.
- [7] Третяк, В., Коломійцев, О., Євстрат, Д., Ворошилов, С., Чмир, В., Логвиненко, Є., Лисиця, А., & Місюра, В. (2021). Аналіз сучасних систем управління базами даних. *InterConf*, (78), 453-465.
- [8] Третяк, В., Осієвський, С., Усачова, О., Ірха, А., Булай, А., Бабіч, О., & Шамрай, Н. (2021). Архітектури паралельних обчислювальних структур для рішення задач дискретної оптимізації. *InterConf*, (52), 462-479.
- [9] Третяк, В.Ф., Голубничий, Д.Ю., & Челенко, Ю.В. (2005). Тиражирование данных в системе управления базами данных. *Управління розвитком*. – Х.: ХНЕУ, (3), 94-95.
- [10] Коломійцев, О., Рябуха, Ю., Карлов, Д., & Третяк, В. (2020). Особливості організації і класифікація сучасних технологій реплікації даних. *InterConf*, (14). вилучено із <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/2058>.
- [11] Rybalchenko, A. (2023). Алгоритми рішення задачі оптимального розміщення даних в білінгових OLTP-системах на основі реалізації рангового підходу. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, 2(72), 135-141.
- [12] Коломійцев, О., Третяк, В., Калачова, В., Закіров, З., Полтавський, Е., Кудряшов, В., ... & Любченко, О. (2023). Інформаційна технологія використання гарантованих прогнозів під час рішення задач комбінаторної оптимізації. *Grail of Science*, (24), 302-312.
- [13] Коломійцев, О., Третяк, В., Рибальченко, А., Любченко, О., Полтавський, Е., Кривчун, В., ... & Третяк, А. (2023). Використання методів рангового підходу до рішення задачі оптимізації розміщення засобів захисту інформації в хмарному середовищі. *Scientific Collection «InterConf+»*, (29 (139)), 274-292.
- [14] Коломійцев, О., Третяк, В., Осієвський, С., Возний, О., Крук, Б., Полтавський, Е., ... & Рибальченко, А. (2023). Використання методів рангового підходу для рішення задачі оптимізації розміщення фрагментів реляційних баз даних у вузлах мережі хмарної структури. *Scientific Collection «InterConf»*, (153), 366-372.
- [15] Tretiak, V., & Pashnyeva, A. (2017). Оптимізація структури сховища даних у вузлах інфокомунікаційної мережі хмарного середовища. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник*

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

- наукових праць, 4(44), 122-128. запитано із
<http://journals.nupr.edu.ua/sunz/article/view/390>.
- [16] Листровой, С.В., Третьяк, В.Ф., & Листровая, А.С. (1998). Параллельный алгоритм оптимизации вычислительного процесса для задач булевого программирования. *Электрон. моделирование*, (5), 23-33.
- [17] Королев, А.В., Листровой, С.В., & Третьяк, В.Ф. (1997). Эффективность параллельных алгоритмов оптимизации вычислительного процесса. Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте, (1), 85-91.
- [18] Aloshin, G., Kolomiitsev, O., Tkachov, A., & Posokhov, V. (2019). Separable programming method for solving multi-dimensional problems of optimizing the parameters of laser information measurement systems. *Advanced Information Systems*, 3(1), 23-28. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.1.05>.

SCIENTIFIC EDITION

SCIENTIFIC COLLECTION «INTERCONF»

№ 38(175) | October, 2023

The issue contains:

Proceedings of the 7th International
Scientific and Practical Conference

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC DISCUSSION:
PROBLEMS, TASKS AND PROSPECTS**

Brighton, United Kingdom
19–20.10.2023

All materials are reviewed.

The editorial office did not always agree with the position of authors.

Journal's frequency: monthly

Signed for online publication: October 20, 2023.

Printed: November 19, 2023. Circulation: 200 copies. Format 60×84/8.

Batang & Courier New typefaces. Offset paper 100gsm. Digital color printing.

Contacts of the editorial office:

LLC Scientific Publishing Center «InterConf»

✉ info@interconf.center

🌐 <https://www.interconf.center>

✔ Certificate on the entry of publishing business subject in the State Register of Publishers,
Manufacturers and Distributors of Publishing Products of Ukraine: ДК № 7882 of 10.07.2023.