

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Белоуса Романа Володимировича**

на тему «Методи і програмні засоби підвищення ефективності виконання запитів у високонавантажених системах», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

### **Актуальність теми дисертації.**

Актуальність теми дисертації зумовлена значним зростанням обсягів даних і складністю обробки запитів у високонавантажених розподілених системах. У сучасному світі, де інформаційні технології займають центральне місце в наукових, промислових та комерційних процесах, ефективне управління великими обсягами даних та оптимізація процесів їх обробки є критично важливими, для забезпечення стабільності та продуктивності таких систем.

Однією з найбільших проблем є забезпечення узгодженості даних у розподілених базах даних, а також мінімізація мережевого трафіку під час виконання запитів у високонавантажених умовах.

Тема дисертації є важливою для розвитку теоретичних основ і практичних методів оптимізації роботи розподілених систем, зокрема, для підвищення ефективності обробки запитів, зменшення мережевого трафіку і покращення процесів ребалансування. Ураховуючи стрімкий розвиток технологій обробки великих даних та вимоги до швидкодії та масштабованості систем, дослідження в цій галузі має велике значення для майбутніх наукових і технологічних досягнень.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному: у розробці нових методів оптимізації виконання запитів у високонавантажених розподілених системах, зокрема в контексті зменшення мережевого трафіку та покращення процесів узгодженості даних. Однією з ключових інновацій є використання адаптивних генетичних алгоритмів для ребалансування даних, а також застосування модифікованого алгоритму Левенштейна з ваговими коефіцієнтами для підвищення ефективності синхронізації даних у розподілених системах.

Достовірність наукових результатів забезпечується через експерименти, проведення яких підтвердило теоретичні положення роботи. Емпіричні дослідження були виконані в реальних умовах на основі прототипу системи, що дозволяє перевірити ефективність запропонованих методів. Використані

математичні моделі, а також реалізація програмних рішень дають можливість точно відтворити умови експериментів та оцінити результативність запропонованих підходів.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Белоуса Р.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми 121 Інженерія програмного забезпечення.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у інженерно-технологічний науковий напрям.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Белоуса Р. В. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

### **Мова та стиль викладення результатів**

Дисертаційна робота написана українською мовою. Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 142 сторінки.

У **вступі** чітко обґрунтовано актуальність теми дослідження, звертаючи увагу на її значущість, для сучасних наукових напрямів та практики. Мета й завдання дослідження сформульовані чітко, що забезпечує правильне спрямування наукового пошуку. Визначена наукова новизна дозволяє зрозуміти внесок здобувача в розвиток теоретичних і практичних аспектів розподілених систем

У **першому розділі** представлено огляд сучасних технологій підвищення ефективності виконання запитів у високонавантажених розподілених системах. Проведено аналіз існуючих методів оптимізації, зокрема технологій фрагментації, реплікації, узгодженості та ребалансування даних. На основі проведеного аналізу виявлено основні проблеми, які потребують подальшого дослідження, та сформульовано наукове завдання дисертації.

У **другому розділі** розглянуто методи пришвидшення узгодженості даних у високонавантажених системах. Досліджено протоколи консенсусу Paxos та



Raft, методи оптимізації мережевого трафіку, а також розроблено математичну модель для мінімізації витрат на передачу даних між вузлами системи. Запропоновано вдосконалений метод узгодженості на основі алгоритму Левенштейна з ваговими коефіцієнтами, що дозволяє зменшити обсяг передаваних даних у випадку часткових змін.

У **третьому розділі** запропоновано методи покращення процесу ребалансування в розподілених базах даних шляхом застосування генетичних алгоритмів. Досліджено механізми елітарності та адаптивного схрещення, які дозволяють підвищити точність і швидкість пошуку оптимального розподілу даних між вузлами системи. Запропонований підхід дозволяє зменшити загальний час виконання запитів у розподілених базах даних із динамічно змінним навантаженням.

У **четвертому розділі** розглянуто програмні засоби, використані для реалізації запропонованих методів. Описано розроблене середовище для тестування запропонованих алгоритмів, програмну архітектуру реалізованої системи та механізми інтеграції запропонованих рішень у реальні розподілені бази даних.

У **п'ятому розділі** наведено результати експериментальних досліджень. Проведено тестування запропонованих методів в умовах реального навантаження та виконано порівняльний аналіз із традиційними підходами. Отримані результати демонструють скорочення часу виконання запитів, зменшення мережевого трафіку та покращення рівномірності розподілу навантаження на вузли системи.

Загальні висновки висвітлюють основні наукові результати, так як це вирішує наукове завдання.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

Наукові результати дисертації висвітлені у 10 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 2 наукових фахових конференціях. А також 1 стаття без категорії і 2 тези на міжнародних наукових конференціях.

Порушення принципів академічної доброчесності в публікаціях не було виявлено.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

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

1. У першому розділі дисертаційної роботи не вистачає детального огляду та аналізу концепції адаптивного балансування навантаження, яка є важливим аспектом для підвищення ефективності високонавантажених розподілених систем, оскільки визначає механізми оптимального розподілу запитів між вузлами,

2. Рисунки 2.2, 2.3, 4.6, 5.8 представляють лістинг коду, проте мають низьку якість відображення, що ускладнює сприйняття матеріалу. Для підвищення читабельності та зручності аналізу доцільніше було б використовувати форматований текстовий лістинг безпосередньо в основному тексті роботи замість вставлених зображень. Це забезпечило б чіткість, відповідність вимогам оформлення та полегшило б відтворення наведених прикладів.

3. У роботі доцільно було б надати обґрунтування вибору саме генетичних алгоритмів, для ребалансування даних, оскільки існують інші ефективні еволюційні підходи, наприклад Particle Swarm Optimization, які могли б забезпечити швидший пошук оптимальних рішень у динамічних середовищах. Порівняння таких підходів дозволило б повніше оцінити переваги та недоліки запропонованого методу.

4. Вибір електронного онлайн-журналу, як експериментального середовища є вдалим, однак доцільно було б також розглянути системи з високою частотою змін, наприклад, моніторинг потокових даних, що дозволило б повніше оцінити ефективність запропонованих методів в умовах інтенсивних оновлень.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Белоуса Романа Володимировича на тему «Методи і програмні засоби підвищення ефективності виконання запитів у високонавантажених системах» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Інформаційних технологій». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 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 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Белоус Роман Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

**Офіційний опонент:**

Завідувач відділом досліджень  
навколишнього середовища  
Інституту телекомунікацій і  
глобального інформаційного  
простору НАН України,  
доктор технічних наук, професор  
/



Василь ТРИСНЮК

«20» лютого 2025 року

Підпис завідувача відділом досліджень навколишнього середовища  
Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН  
України, доктора технічних наук, професора Триснюка Василя Миколайовича  
підтверджую.

Начальник відділу кадрів  
Інституту телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України



Олена РАДЧУК