

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА

кандидата технічних наук, доцента

Назарова Олексія Сергійовича

на дисертаційну роботу Гольдінера Дениса Ігоровича на тему

**«Метод та моделі оптимізації систем масового обслуговування
з використанням технології пріоритезації вхідного потоку заявок»,**

подану на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 124 Системний аналіз

галузі знань 12 Інформаційні технології

1. Актуальність теми дослідження

Зростаюча складність систем створює необхідність у впровадженні вдосконалених методів управління, що дозволяють забезпечити максимальну продуктивність із мінімальними витратами. У той же час, розвиток цієї теорії спрямований на вирішення проблем оптимізації процесів, що є актуальними для різних галузей, включаючи логістику, інформаційні технології та промисловість. Усе це підкреслює значущість теорії масового обслуговування для підвищення ефективності сучасних систем управління.

Використання адаптивних методів розподілу запитів дозволяє не лише швидко реагувати на зміни навантаження, але й запобігати накопиченню запитів у чергах, щоб уникнути збоїв чи втрати даних. Воно не лише стабілізує критичні процеси, але й сприяє ефективному розподілу ресурсів, запобігаючи переповненню черги. Крім того, цей підхід дозволяє впроваджувати точніше управління потоками, орієнтуючись на специфіку кожного класу запитів.

Завдяки гнучкому балансуванню, система може оперативно реагувати на пікові навантаження, що виникають унаслідок раптових змін у потоках запитів, уникаючи затримок і збоїв. Важливим аспектом є також можливість автоматичного коригування пріоритетів обробки запитів, що дозволяє забезпечити першочергову увагу критично важливим задачам. Це особливо актуально для систем, які працюють в умовах високої інтенсивності обробки даних і потребують високої стабільності роботи.

Завдяки оптимізації процесів відкриваються можливості для впровадження нових технологій, які сприяють підвищенню продуктивності та адаптивності. Це,

своєю чергою, дозволяє зменшити витрати ресурсів, підвищити якість обслуговування та забезпечити стабільний розвиток у довгостроковій перспективі.

Отже, вважаю, що дисертаційна робота Гольдінера Д. І. на тему «Метод та моделі оптимізації систем масового обслуговування з використанням технології пріоритезації вхідного потоку заявок» є актуальною та має як теоретичний, так і практичний інтерес.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, характеристика змісту дисертації

Наукові положення, висновки й рекомендації, представлені у дисертаційній роботі, характеризуються чіткою обґрунтованістю та підтвердженою достовірністю. Вони побудовані на основі ключових принципів теорії масового обслуговування, а також результатів теоретичних і практичних досліджень українських і закордонних науковців, які займаються питаннями оптимізації та планування обробки заявок у навантажених системах. Особливу увагу приділено врахуванню сучасних підходів до розробки програмного забезпечення, що передбачають високий рівень якості, модульності та адаптивності. Крім того, у роботі використано найкращі практики проєктування програмного забезпечення, що підвищують ефективність систем та забезпечують їхню стійкість до змін навантаження.

Результати роботи були успішно представлені на міжнародних форумах і конференціях, що підтверджує їхню значимість у вирішенні актуальних наукових завдань. Отримані висновки демонструють новаторський підхід до оптимізації та балансування роботи систем.

У межах дослідження автор запропонував власний метод та моделі, що були реалізовані в спеціалізованих програмних рішеннях. Це підкреслює унікальність підходу та високий рівень професійності, що забезпечили досягнення поставлених цілей.

Практична цінність дослідження виявляється у його широких можливостях застосування. Запропоновані рішення мають універсальний характер і здатні сприяти розвитку не лише в межах певної сфери, а й у ширшому контексті сучасних технологій, спрямованих на стабільність і продуктивність систем.

Зміст дисертаційної роботи демонструє використання системного підходу до проведення дослідження, що відображається в її логічній структурі. Дисертація

складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі сформульовано мету та основні завдання дисертації, акцентовано увагу на її науковій і практичній значущості. Наведено дані щодо апробації результатів дослідження, а також зазначено список публікацій автора, які відображають ключові результати виконаної роботи.

У першому розділі розглянуті літературні джерела за напрямком дослідження, описано систему масового обслуговування з обмеженою чергою та можливістю відмов. Особливий акцент зроблено на формулюванні задач дослідження, що спрямовані на зниження ймовірності відмов. Також для цього типу систем описано математичну модель їх роботи на основі теорії марковських процесів.

У другому розділі досліджено алгоритм роботи багатоканальної системи масового обслуговування з обмеженою чергою та підходи до збільшення пропускної здатності системи зі сталим потоком вхідних заявок. Було запропоновано підхід застосування пріоритезації за розміром задач та подальшим поділом загальної черги для різних класів за принципом виділення квот. Особливу увагу зосереджено на визначенні порогового значення, при досягненні якого заявка повинна змінити свою категорію. Також було здійснено числові експериментальні дослідження, спрямовані на вимірювання ефективності різних політик управління пріоритетами.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу підходів до реалізації програмного паралелізму, було виділено переваги та недоліки кожного з них. Також було запропоновано застосування взаємодіючого співвиконання для моделювання систем масового обслуговування.

У четвертому розділі проведено ґрунтовний аналіз існуючих архітектурних підходів до побудови програм. На основі результатів аналізу запропоновано інформаційну та комп'ютерну моделі для розробки програмного забезпечення, призначеного для моделювання систем масового обслуговування, наведено необхідні схеми та діаграми. Особливу увагу приділено детальному розбору реалізованого програмного забезпечення. Розглянуто механізми синхронізації в мові програмування Go. Представлено структуру взаємодії потоків виконання, що моделюють роботу багатоканальних систем. Описано детальну послідовність взаємодії між компонентами системи під час обробки заявок, зокрема, механізми динамічного управління чергами та пріоритетами.

Висновки дисертаційної роботи чітко базуються на матеріалах дослідження і точно відображають отримані наукові результати.

Текст дисертації та анотація оформлені з дотриманням вимог, визначених Міністерством освіти і науки України.

3. Достовірність та новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Автором було проаналізовано та узагальнено значний обсяг теоретичного та практичного матеріалу, що дозволило отримати наступні наукові результати, а саме:

- вперше запропоновано інформаційну та комп'ютерну моделі аналізу процесів масового обслуговування із застосуванням взаємодіючого співвиконання (concurrency): особливістю інформаційної моделі є розбиття всього процесу обробки на прості асинхронні операції, а особливістю комп'ютерної моделі є максимально ефективне функціонування багатопотоковості;

- набула подальшого розвитку модель розбиття загального вхідного потоку заявок по категоріях за розміром в частині застосування поділу черги очікування за квотами;

- удосконалено метод оптимізації систем масового обслуговування в частині пріоритезації менших задач SJF (Shortest Job First), завдяки використанню комбінованої системи пріоритетів.

4. Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Головні результати, викладені у дисертації, досить повно представлені у 5 наукових публікаціях, серед яких 3 статті опубліковані у виданнях, зазначених в переліку наукових фахових видань України (категорія Б) за спеціальністю 124 Системний аналіз, а 2 тези доповідей увійшли до збірників матеріалів, підготовлених у рамках міжнародних наукових конференцій

Наукові результати, представлені в дисертації, відзначаються значною практичною цінністю та демонструють високий рівень самостійності проведеної

дослідницької роботи.

5. Значущість дослідження для науки і практики та шляхи його використання

Прикладна значущість дисертаційної роботи полягає у розробці та обґрунтуванні інноваційних підходів до вирішення актуальних наукових завдань, спрямованих на вдосконалення методу та моделей оптимізації систем масового обслуговування з використанням пріоритезації вхідного потоку заявок.

Розроблено інформаційну та комп'ютерну моделі для дослідження процесів у системах масового обслуговування, що дозволяє ефективно моделювати й оптимізувати функціонування таких систем в умовах значного навантаження. Реалізовано програмне забезпечення на основі мови Go, яке реалізує концепцію взаємодіючого співвиконання, що дозволяє значно підвищити ефективність використання багатоядерних процесорів, а також наблизити симуляцію до поведінки реального процесу. Імплементация характеризується дотриманням високих стандартів якості, що включають модульність і масштабованість. Це дозволяє застосовувати отримані результати у багатьох галузях науки та техніки, де є необхідність у використанні паралельних або асинхронних обчислень, забезпечуючи високу практичну цінність.

Також результати отримані в ході дисертаційного дослідження впроваджені в освітній процес Харківського національного університету радіоелектроніки (при викладанні дисципліни «Програмування» та при підготовці кваліфікаційних робіт).

6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

У роботі відсутні ознаки порушення принципів академічної доброчесності, включаючи академічний плагіат, самоплагіат, фабрикацію чи фальсифікацію даних. Представлена до захисту дисертація повністю відповідає чинним нормам законодавства у сфері авторських і суміжних прав.

7. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертаційної роботи і

її окремих положень

Варто звернути увагу на кілька дискусійних аспектів і моментів, які, на мою думку, недостатньо повно розкриті у дисертації. Зокрема, слід зазначити наступне:

1) в роботі слід було б приділити більше уваги порівнянню ефективності застосування запропонованих методу та моделей по відношенню до процесів із неоднорідним вхідним потоком вимог;

2) методи комунікації між асинхронними потоками виконання, що згадані у пункті 3.3.3, не гарантують відсутність станів гонок або взаємного блокування за умови помилкового використання, хоча і значно зменшують рівень складності застосування інструментів;

3) після розроблення інформаційної та комп'ютерної моделей аналізу процесів масового обслуговування із застосуванням взаємодіючого співвиконання (с. 160 – 187, розділ 4) авторові доцільно було б звернути увагу на їх потенційне застосування у хмарних сервісах для балансування навантаження між серверами;

4) у підрозділі 4.3.2 наводиться система діаграм за методологією C4, доречно було б спочатку детальніше розкрити суть та переваги зазначеної методології;

5) у розділі 4.2.6 надається опис каналів у мові Go та зазначається відсутність можливості створення каналу з необмеженим буфером, однак, цей недолік можна частково компенсувати за рахунок застосування PostgreSQL баз даних, що можуть працювати в оперативній пам'яті (наприклад, Redis);

6) в дисертаційній роботі застосовується велика кількість англomовних термінів, що не мають прямих аналогів в українській мові, тому для кращого розуміння змісту роботи не вистачає глосарія з тлумаченнями цих термінів.

Наведені зауваження жодним чином не применшують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, а навпаки підкреслюють складність досліджуваної тематики та можуть бути використані як напрям для майбутніх наукових досліджень.

8. Загальна оцінка роботи, її відповідність встановленим вимогам

Дисертаційна робота Гольдінера Д. І. на тему «Метод та моделі оптимізації систем масового обслуговування з використанням технології пріоритезації вхідного потоку заявок» є завершеною самостійною науковою працею. Вона враховує сучасні теоретичні, методичні й практичні аспекти вирішення актуальної наукової проблеми та передбачає створення сучасного ефективного методу оптимізації систем масового обслуговування шляхом застосування технології пріоритезації вхідних потоків заявок і удосконалення моделей для їх програмного моделювання.

Зважаючи на важливість здобутих автором наукових результатів, їхню актуальність, наукову новизну, обґрунтованість і практичну значущість сформульованих положень та висновків, а також потенціал для подальшого розвитку у відповідній галузі, можна зробити висновок про високу якість проведеного дослідження. Таким чином, робота відповідає спеціальності 124 Системний аналіз та всім вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії згідно п.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 КМУ від 12 січня 2022 р. №44 (із змінами, внесеними постановами КМУ № 341 від 21.03.2022, № 502 від 19.05.2023, № 507 від 03.05.2024).

Отже, вважаю, що автор дисертаційної роботи, Гольдінер Денис Ігорович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 124 Системний аналіз.

Рецензент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри програмної інженерії
Харківського національного
університету радіоелектроніки

А.Маз

Олексій НАЗАРОВ

26.12.2024р.

Підпис засвідчую
в.о. ректора



[Signature]

Ігор РУБАН