

Голові разової спеціалізованої вченої ради в
Національному університеті «Одеська
політехніка» доктору технічних наук,
професору кафедри інформаційних систем,
директору навчально-наукового інституту
комп'ютерних систем Світлані Антошук

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, кандидата технічних наук, доцента
кафедри штучного інтелекту та аналізу даних Національного
університету «Одеська політехніка» Годовиченка Миколи
Анатолійовича на дисертаційну роботу здобувача Грибняка
Сергія Сергійовича «Моделі та методи підвищення
ефективності обробки транзакцій у розподілених реєстрах»,
подану до захисту в разову спеціалізовану вчену раду
Національного університету «Одеська політехніка»
Міністерства освіти і науки України на здобуття наукового
ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 –
Комп'ютерні науки, галузь знань 12 – Інформаційні технології

1. Актуальність теми дисертації

Дисертацію присвячено вирішенню актуальної науково-практичної задачі,
що полягає у розробці актуальних, складних і взаємопов'язаних питань, які
спрямовані на підвищення ефективності обробки транзакцій в розподілених
реєстрах, що передбачає поєднання високої швидкості обробки транзакцій, високої
масштабованості системи та достатньої криптозахисності від маніпуляцій та атак.

Здобувачем запропоновано шляхи підвищення ефективності обробки
транзакцій та масштабованості розподіленого реєстру на основі двошарової моделі
розподіленого реєстру.

Актуальність досліджень в цьому напрямку є очевидною з урахуванням сьогоденішніх тенденцій диджиталізації та інформатизації суспільства. Автором застосовано комплексний підхід до рішення завдань дисертаційного дослідження з використанням запропонованих математичних та імітаційних моделей і експериментальних досліджень, що дозволило розвинути основні принципи платформи Ethereum 2.0 та створити експериментальну платформу Waterfall, яка забезпечує сприятливе середовище для надання та споживання широкого спектру послуг для ведення бізнесу та соціальної діяльності у зручному форматі загальнодоступного децентралізованого реєстру.

Мета, яка сформульована в роботі: підвищенню ефективності розподілених реєстрів шляхом розробки моделей та методів обробки транзакцій у них для широкої низки практичних застосувань, – відповідає обраному напрямку дослідження, а отримані результати мають наукову новизну, практичну цінність та сприяють досягненню поставленої мети.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

В дисертації автором сформульовано ряд невирішених питань, які призводять до виникнення протиріччя між можливостями розподілених реєстрів та існуючими потребами споживачів, бо не існуючі забезпечують високі швидкість обробки транзакцій та масштабованість системи та достатню криптозахищеність від маніпуляцій та атак.

Здобувачем здійснено системний аналіз наукових джерел за тематикою дисертаційної роботи, проаналізовано існуючі підходи, які направлені на вирішення запиту практики щодо підвищення ефективності розподілених реєстрів для різних практичних застосувань. Вказане сприяло коректній постановці завдань дослідження, згідно сформульованій меті роботи.

В дисертації отримано нові, науково обґрунтовані результати, що, в сукупності, розв'язують важливу науково-технічну задачу підвищення

ефективності розподілених реєстрів. Всі зазначені в роботі припущення при моделюванні є загальноприйнятими і характерні для такого роду завдань.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Наукові завдання дослідження сформульовані на основі детального аналізу сучасної фахової і періодичної наукової літератури відповідно до тематики дослідження.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає у:

- *вперше* розроблено двошарову модель розподіленого реєстру, що поєднує в собі основну мережу, побудовану за технологією BlockDAG, та координаційну мережу, що базується на традиційній блокчейн технології, що дозволило підвищити швидкість обробки транзакцій при суттєвому масштабуванні;

- *набула подальшого розвитку* модель скороченого обміну інформацією між DAGchain мережею та координаційною мережею на основі поняття скелетного блоку, що дозволило скоротити обсяг трафіку між мережею BlockDAG та координаційною мережею і тим самим зменшити навантаження на систему загалом та підвищити швидкість обробки транзакцій;

- *вперше* розроблений метод прискореного PoS консенсусу в двошаровій моделі розподіленого реєстру на основі k -кратної перевірки повторення початкової частини ланцюжка скелетних блоків і голосування за ці блоки більше половини учасників відповідних слотів, що дозволило зменшити час отримання рішення до декількох секунд із ймовірністю, не меншою 0,9;

- *отримав подальший розвиток* метод перемішування даних за допомогою бієктивного відображення, яке є суперпозицією лінійного та найпростішого нелінійного відображення q-Tent, що дозволило здійснити процес якісного перемішування при формуванні PoS консенсусу.

Наукові завдання, які відповідають меті дисертаційної роботи, виконані повністю, здобувач володіє методологією наукової діяльності повною мірою.

4. Оцінка змісту дисертації, її завершеність, повнота викладення результатів в опублікованих працях та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Грибняка Сергія Сергійовича повністю відповідає Стандарту освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», галузі знань 12 «Інформаційні технології» та напрямкам досліджень відповідно до третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти «Комп'ютерні науки».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача до наукових напрямків «Комп'ютерні науки», «Інформаційні системи та технології», «Інформаційні технології для захисту інформації».

Основні результати дисертаційної роботи викладено в 14 публікаціях з них: 5 статей у наукових фахових виданнях України з технічних наук за профілем спеціальності, 9 публікацій у зарубіжних наукових періодичних виданнях з напряму, з якого підготовлено дисертацію, і працях і матеріалах наукових конференцій, 4 з яких проіндексовано наукометричною базою SCOPUS. Публікації охоплюють всі розділи дисертації та досить повно відображають зміст і результати досліджень, які містяться в роботі. Аналіз публікацій та особистого внеску в них здобувача показує, що всі наукові положення та висновки, що виносяться на захист дисертації, отримані здобувачем самостійно в період з 2020 по 2023 рр. та узагальнені при оформленні дисертації.

Порушень академічної доброчесності в матеріалах дисертації та наукових публікаціях не виявлено.

5. Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою з коректним використанням професійної науково-технічної термінології. Матеріали дисертаційної роботи є логічними, послідовними та вичерпними.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації складає 146 сторінку, а повний обсяг основного тексту – 103 сторінки.

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

6. Значення роботи для науки та практики

Результати наукових досліджень здобувача є практично значимими, а розроблені математичні використані для широкої низки практичних застосувань.

Розроблений інструментарій у вигляді децентралізованої платформи дозволяє забезпечити високу швидкість обробки транзакцій та водночас забезпечувати достатній рівень динамічної масштабованості. Також, розроблена платформа дозволяє забезпечити високий рівень захищеності від різних видів атак та маніпуляцій.

Розроблені в роботі методи та інструментальні засоби отримали впровадження у діяльності Комунального підприємства «Теплопостачання міста Одеси» та знайшли відображення у навчальному процесі та науковій діяльності Національного університету «Одеська політехніка» при виконанні проекту «Фундаментальні та поточні дослідження та розробки для Проекту Водоспад, технології розподілених обчислень з відкритим вихідним кодом», який фінансувався організацією Digital Clever Solutions Inc., США.

Наведені в дисертації наукові положення дозволяють відзначити наукову значимість роботи, яка підтверджується їх впровадженням в експериментальну платформу Waterfall, архітектура якої спроектована таким чином, щоб підтримувати мінімальні комісії у різних сценаріях. Протокол обміну транзакціями динамічно масштабується зі зростанням навантаження на мережу – коли продуктивність всієї системи збільшується, в тому самому слоті одночасно публікується більше блоків, а транзакційні збори знижуються в міру масштабування системи, що знижує кількість операцій у пулі транзакцій навіть у години пік.

Зважаючи на новизну, концептуальність та перспективність наукових положень дисертації, їх теоретичне значення можна оцінити як досить високе, яке забезпечує нові перспективи для подальших прикладних досліджень.

7. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Дисертація містить результати власних досліджень автора. Всі використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Фактів порушення академічної доброчесності в дисертації здобувача не виявлено.

8. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

1. Некоректно сформульовано перший пункт наукової новизни. В Ethereum 2.0 також присутня двошарова модель розподіленого реєстру. Отже доцільнішим було б формулювання «Отримала подальший розвиток двошарова модель розподіленого реєстру...».

2. На сторінці 52 здобувач вводить поняття «ера», як послідовність епох, але далі це поняття практично не використовується.

3. В роботі відсутня інформація щодо розміру блоку та його вплив на показники реалізованої здобувачем платформи.

4. В підрозділі розділі 3.6 наведено приклад використання перетворення q-Tent для шифрування зображень. Приклад оригінальний і має певну наукову цінність, але не має відношення до основної мети дисертації.

5. Було б цікаво розподілити внесок кожного новітнього елемента в кінцевий ефект підвищення швидкодії розподіленого реєстру та його масштабованості, але такий розподіл в роботі відсутній.

6. У тексті роботи зустрічаються аббревіатури без попереднього розшифрування та стилістичні неточності.

Висловлені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації. Вони не знижують наукової і практичної цінності отриманих результатів, а переважно окреслюють напрямки подальших наукових досліджень.

9. Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота Грибняка Сергія Сергійовича «Моделі та методи підвищення ефективності обробки транзакцій у розподілених реєстрах» є цілісним, самостійним, завершеним науковим дослідженням, що вирішує важливе науково-прикладне завдання, має теоретичну і практичну цінність у галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп’ютерні науки.

На підставі вищезазначеного можна констатувати, що дисертаційна робота Грибняк С.С. відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор – Грибняк Сергій Сергійович – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп’ютерні науки.

Офіційний рецензент,
канд. техн. наук,
доцент кафедри штучного
інтелекту та аналізу даних
Національного університету
«Одеська політехніка»

Микола ГОДОВИЧЕНКО