

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
д.т.н., професору Яковині Віталію Степановичу

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Говорущенко Тетяни Олександрівни
на дисертаційну роботу **Кучковського Володимира Володимировича**
«Інформаційна технологія блокчейн для опрацювання великих даних»,
подану до захисту на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**
з галузі знань 12 «Інформаційні технології»
та спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Технологія блокчейн є рішенням для забезпечення конфіденційності збережуваних даних в різних галузях. Блокчейн завдяки своїм характеристикам може забезпечити необхідні гарантії щодо безпечної обробки, обміну та управління конфіденційними даними. Ця технологія не тільки забезпечує більшу видимість, більшу безпеку, але також дозволяє безпечно та дешево зберігати дані без виділення додаткових ресурсів довіреному органу, тобто блокчейн-базовані системи є більш прозорими та більш підзвітними. Основні особливості технології блокчейн включають гарантування інформаційної безпеки та конфіденційності користувачів, децентралізацію без залучення сторонніх установ та можливість створення двосторонньої системи введення та виведення.

Технологія блокчейн дозволяє організувати зберігання та синхронізацію даних навіть між сторонами, які не довіряють одна одній, оскільки всі спроби замінити дані, записані на певному рівні, викликають зміни на всіх наступних рівнях, тому їх помітять усі учасники системи.

Властивості, які надає використання блокчейну: цілісність історії змін бази даних; мінімізація затримок синхронізації та резервного копіювання; можливість одночасної роботи групи валідаторів; можливість проведення аудиту в режимі реального часу; можливість використання легких клієнтів і вузлів SPV; фіксація даних з прив'язкою до часу (timestamping); мінімальний необхідний рівень довіри користувача (trustlessness).

При роботі з великими даними, через різномірність джерел даних, виникає потреба в скороченні часу доступу до даних, підвищення якості даних, що також можна вирішити за допомогою технології блокчейн.

Все це зумовлює актуальність теми дисертаційної роботи Кучковського Володимира Володимировича, присвяченої розв'язанню актуальної задачі підвищення якості даних та скорочення часу доступу до даних шляхом розроблення блокчейн-базованої інформаційної технології для роботи з великими даними.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, темами

Дисертаційна робота Кучковського В.В. виконана відповідно до пріоритетних напрямків науково-дослідних робіт Національного університету "Львівська політехніка", відповідно до координаційних планів Міністерства освіти і науки України.

Дослідження, результати яких викладено в дисертації, виконано в рамках виконання науково-дослідних робіт за держбюджетною темою «Інформаційна технологія формування психофізичного портрету в умовах стресових ситуацій» (№ держреєстрації 0119U002257).

3. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

Отримані наукові результати є розв'язком задачі підвищення якості даних та скорочення часу доступу до даних.

При цьому автором вперше розроблено інформаційну модель великих даних у блокчейні, яка дозволяє зберігати дані різної структури та зменшувати суперечливість даних через використання додаткової хеш-функції, підтримуючи цим цілісність даних.

Автором вперше розроблено метод перевірки якості внесених даних, який дає змогу забезпечити безтратне внесення даних та гарантує їх цілісність.

У роботі отримав подальший розвиток метод визначення блоків-сиріт на основі марковських ланцюгів, шляхом додавання таких блоків як нової одиниці в ланцюжку блоків та врахування часу затримки у прийнятті блоків вузлами, що дає змогу забезпечити цілісність даних та усунути надмірність у них.

У роботі вдосконалено метод запису даних у блокчейн шляхом включення додаткових параметрів у заголовок блоку, підпису попереднього блоку та перевірки наявності блоку-предка, що дає змогу гарантувати, що попередній блок не був змінений.

4. Короткий аналіз основного змісту дисертації

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету та основні завдання, предмет та об'єкт, відображено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі проведено аналіз технології блокчейн для опрацювання великих даних, зокрема, виконано аналіз технології блокчейн, дослідження поняття великих даних, а також проаналізовано математичні методи, які лежать в основі блокчейн.

У другому розділі проаналізовані розроблено інформаційну модель великих даних та їх послідовного додавання, а також проаналізовано методи хешування даних і розроблено алгоритм хешування. Крім цього, у розділі 2 розроблено метод запису великих даних у блокчейн та метод перевірки якості внесених даних.

У третьому розділі розроблено алгоритми опрацювання великих даних у блокчейн, зокрема, алгоритм визначення блоків-сиріт, алгоритм кодування та декодування даних у транзакції, алгоритм запису даних у блокчейн, алгоритм перевірки якості внесених даних.

У четвертому розділі було розроблено архітектуру медичної системи з використанням блокчейн-технології, протоколи обміну даними, а також проведено апробацію та аналіз отриманих результатів.

5. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Кучковського В.В. достатньо обґрунтовані коректним використанням математичного апарату, підкріплені успішною реалізацією, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень, яке продемонструвало збігання теоретичних досліджень з реальними результатами.

Обґрунтованість наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, є достатньою і базується на детальному аналізі джерел за даною проблемою, чіткій постановці задач дослідження, використанні сучасних

методів дослідження, а також проявляється у якісному та аргументованому формулюванні висновків.

Достовірність та обґрунтованість запропонованих методів і засобів підтверджується результатами експериментальних досліджень та коректним застосуванням методів, які були використані під час виконання роботи.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, логічно випливають із результатів, отриманих за допомогою чітких викладок. Тому можна стверджувати, що висновки та практичні рішення, отримані у роботі, коректні, достатньо обґрунтовані й можуть бути рекомендовані до використання при підвищенні якості даних та скороченні часу доступу до даних.

6. Практичні результати роботи

Практичне значення одержаних результатів полягає, насамперед, у доведенні отриманих наукових результатів до конкретних технологій, методик, алгоритмів та програмних продуктів. На основі методів було розроблено модель великих даних у блокчейн, яка дозволяє істотно збільшити розмір зберезуваних даних, алгоритм кодування/декодування даних у транзакції, алгоритм запису транзакцій у блокчейн, які дозволяють втричі знизити навантаженість на сервер в порівнянні із використанням реляційної бази даних, алгоритм перевірки якості внесених даних, який дає змогу зменшити кількість запитів на анонсер, а також архітектуру медичної системи з використанням блокчейн-технології для опрацювання великих даних.

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертаційна робота викладена на 156 сторінках та складається із змісту, вступу, чотирьох розділів, списку використаних джерел із 101 найменування та 9 додатків. Оформлення дисертації відповідає усім необхідним вимогам.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки і рекомендації логічно витікають із результатів, які наведено у розділах роботи.

Отримані результати свідчать про високу індивідуальність роботи. По всьому тексту дисертації простежується авторський стиль. У дисертації не виявлено текстових запозичень і використання наукових результатів інших науковців без посилань на відповідні джерела.

Основні результати дослідження опубліковано у 10 наукових працях, із них 2 статті – у виданнях, що індексуються в наукометричних базах даних (в тому числі одна стаття у виданні, віднесеному до третього квартилю (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank), 4 статті – в наукових фахових виданнях України, а також 4 праці апробаційного характеру – у збірниках наукових праць конференцій.

Основні положення дисертації повністю викладено в опублікованих працях. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

8. Мова та стиль дисертаційної роботи

Дисертація написана логічно, доступно, на високому технічному рівні з використанням сучасної термінології.

Тема, зміст та отримані наукові результати роботи відповідають спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», галузі знань 12 «Інформаційні технології».

9. Зауваження до дисертації:

1) в наведених у дисертаційній роботі відсутні акти впровадження результатів дисертаційної роботи на підприємствах (наявні лише акти впровадження результатів у освітній процес та НДР), що унеможлиблює зробити висновок про впровадження отриманих наукових результатів на підприємствах;

2) при висвітленні практичного значення розробленої моделі великих даних у блокчейн зазначено, що вона «дає змогу зберігати дані такого розміру, що певні реляційні бази даних, наприклад, MySQL, навіть на потужних серверах, не змогли б виконати операції CRUD (Create, Update, Delete) в час, зазначений у вимогах якостей Кодда», проте не зазначено кількісне значення розміру даних чи інтервалу розмірів даних;

3) при описі практичного значення одержаних результатів автор зазначає, що «експериментально визначено, що навантаженість на сервер знижується утричі у випадку збереження даних у блокчейні порівняно з реляційною базою даних», проте з тексту дисертаційної роботи незрозуміло, про який саме експеримент йдеться і як саме розраховано саме троєкратне зменшення навантаженості на сервер; аналогічно, автор зазначає, що розроблений ним метод дав можливість «зменшити кількість запитів на анонсер майже вдвічі», проте з тексту дисертаційної роботи також незрозуміло, і як саме розраховано саме двократне зменшення кількості запитів на анонсер;

4) на рис. 2.5 «Алгоритм опрацювання даних у блокчейн» (с. 62) є непозначені гілки умовного оператора (true, false), тому з представленого алгоритму незрозуміло, за якої умови виконується блок «seed адрес», а за якої умови виконується блок «Blockchain»; крім цього, на рис. 2.5 присутні блоки «seed адрес» та «Blockchain», які мають по 2 входи, та блок «Блок з транзакціями», який має 3 входи, що є некоректним, оскільки кожен блок алгоритму може мати лише 1 вхід;

5) в підрозділі 3.4 (с. 88) автор зазначає, що «відповідно до стандартів основними критеріями якості даних є повнота, достовірність, точність, узгодженість, доступність та своєчасність», проте автором не зазначено, про які саме стандарти іде мова, а також чи вичерпним є перелік критеріїв якості, наведених автором, чи не розглядають стандарти таких критеріїв якості даних, як їх адекватність, актуальність, достатність, доступність, об'єктивність, ергономічність, захищеність, тощо;

б) в розділі 4 дисертації наявна велика кількість описів атрибутів та методів різних класів у вигляді таблиць – на мою думку, автору варто було представити більшість цих інженерних рішень не в основному тексті роботи, а в додатках до неї;

7) неприпустимим, як на мене, для галузі інформаційних технологій, а особливо для тематики, пов'язаної з великими даними та блокчейн-технологіями, є посилання на літературні джерела 15-річної і більше давнини (джерела 48, 51, 52, 61, 62, 63, 64, 65, 66); доцільніше було б замінити посилання на ці застарілі джерела посиланнями на актуальні англійські статті, які містять дійсно сучасні дослідження в галузі використання блокчейн-технології для опрацювання великих даних;

8) дисертація містить ряд синтаксичних та граматичних помилок, різні стилі оформлення джерел у списку використаних джерел.

Однак зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової та практичної цінності.

Висновки щодо дисертації в цілому

Представлена дисертаційна робота «Інформаційна технологія блокчейн для опрацювання великих даних» є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу підвищення якості даних та скорочення часу доступу

до даних шляхом розроблення блокчейн-базованої інформаційної технології для роботи з великими даними.

Одержані наукові та практичні результати є значущими для галузі інформаційних технологій в цілому та комп'ютерних наук зокрема. Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

Отже, з огляду на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх новизну та практичну цінність, повноту викладу в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що *дисертація цілком відповідає* вимогам «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 року №44, а її автор, *Кучковський Володимир Володимирович, заслуговує* на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент – доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри комп'ютерної інженерії
та інформаційних систем
Хмельницького національного університету

Т. О. Говорущенко

«Підпис Говорущенко Т.О. засвідчую»:

Проректор з НР ХНУ



О. М. Синюк

12 грудня 2022 р.