

## **РЕЦЕНЗІЯ**

доктора технічних наук, професора

**Жежничча Павла Івановича**

на дисертаційну роботу

**Кучковського Володимира Володимировича**

на тему «**Інформаційна технологія блокчейн для опрацювання великих даних**»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 122 — Комп'ютерні науки

в галузі знань 12 — Інформаційні технології

### **1. Актуальність теми дисертаційної роботи**

Зростання кількості та структурної складності різних інформаційних потоків ставлять питання стабільної роботи інформаційних систем. Технології блокчейн є широко обговорюваною темою, а впровадження її в різні прикладні сфери може підвищити ефективність, конфіденційність і прозорість інформаційних даних. Блокчейн – розподілена база даних зі зростаючим набором даних, яка за допомогою криптографії захищена від несанкціонованих змін. Аналогічно blockchain дозволяє отримувати докладні аналітичні дані про ланцюги поставок та споживання, щоб відстежувати та контролювати продукцію при транспортуванні, наприклад, втрати ваги внаслідок усихання та випаровування деяких видів товарів. Подібним чином поєднання Big Data і блокчейну можна використовувати в охороні здоров'я, щоб важливі дані про здоров'я клієнтів медустанов були максимально захищені, незмінні, перевірені і неможливі до будь-яких маніпуляцій. За допомогою блокчейну медичні установи зможуть обмінюватися достовірними відомостями зі роботодавцями, органами правосуддя, страховими компаніями, науковими установами та іншими організаціями, які потребують медичної інформації. Для таких галузей, як медицина та фармацевтика, є необхідність збереження усієї історії зміни параметрів об'єкта – пацієнтів, медикаментів тощо. Таким чином, розроблення інформаційної технології блокчейн для опрацювання Великих даних, забезпечення цілісності даних та скорочення часу доступу до даних, незалежно від типу джерела, підвищення їхньої якості через зниження дублікатів та суперечностей у записах даних, яку здійснено в дисертаційному дослідженні, є актуальною в теоретичному та прикладному аспектах.

Отже, задача розроблення інформаційної технології блокчейн для опрацювання Великих даних є актуальною.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами**

Дисертаційна робота Кучковського В. В. виконана на кафедрі систем штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка» у рамках наукових досліджень, які виконувалися відповідно до держбюджетної роботи кафедри систем штучного інтелекту «Інформаційна технологія формування психофізичного портрету в умовах стресових ситуацій» (№ держ. реєстру 0119U002257).

## **3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій**

Наукові положення, висновки та запропоновані рекомендації обґрунтовані коректним використанням ряду загальнонаукових методів дослідження та прийомів аналізу, достовірні та апробовані практичними результатами. У процесі розробки моделі Великих даних у блокчейн використано математичну статистику, теорію множин; для побудови алгоритмів запису у блокчейн – теорію інформації, хеш-функції, теорію алгоритмів; для побудови методу перевірки якості внесених даних – теорію кодування.

Дисертаційна робота має логічну структуру, її основні висновки і рекомендації випливають із результатів, які наведені в розділах роботи, що дозволяє перевірити коректність міркувань, забезпечує сприйняття матеріалу.

Аналіз змісту розділів, використаного інструментарію та способів його застосування дозволяє зробити висновок про належну обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій теоретичним аналізом, результатами практичного використання, інформацією з науково-технічної літератури, підтверджено характеристиками впроваджених систем.

Одержані висновки, положення і рекомендації характеризуються новизною у підході побудови моделі опрацювання Великих даних у блокчейн технології, детально розписані методи хешування даних, комбінування алгоритмів консенсусу в блокчейн системах, етапи застосування методу перевірки якості внесених даних, алгоритм визначення блоків-сиріт на основі часових міток. Подається модель, що описує архітектуру медичної системи з використанням

технології блокчейн.

#### **4. Наукова новизна результатів досліджень**

На основі аналізу змісту дисертаційної роботи та наведених наукових праць можна чітко виокремити сформульовані наукові положення, висновки та пропозиції, що характеризуються науковою новизною та особистим внеском здобувача:

- розроблено інформаційну модель Великих даних в блокчейн, що дозволяє зберігати дані та підтримувати їх цілісність за допомогою хеш-функції;

- подано метод перевірки якості внесених даних, який полягає в пошуку унікальних контрольних сум та обчисленні хешів блоків, що дає змогу забезпечити остаточне внесення даних та гарантує їх цілісність;

- подальший розвиток отримав метод визначення блоків-сиріт шляхом додавання їх як нової одиниці у ланцюжку блоків із врахуванням часу затримки у прийнятті блоків вузлами;

- удосконалено метод запису даних в блокчейн шляхом включення додаткових параметрів у заголовок блоку і підпису попереднього блоку для гарантування незмінності.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які викладені у дисертаційній роботі, є обґрунтованими і містять наукову новизну, проведені дослідження є внеском у вирішення поставленого завдання.

#### **5. Практичні значення отриманих результатів**

Практичне значення результатів полягає, насамперед, у доведенні отриманих наукових результатів до конкретних технологій, методик, алгоритмів та програмних продуктів.

Дисертаційна робота представляє собою дослідження ідеї використання блокчейну для проектів з Великими даними, і оптимізації її під блокчейн технологію. Розроблені алгоритми запису і читання Великих даних у блокчейні, розроблена реалізація такої системи, яка дозволяє зберігати дані в часових вимогах, з якими не справляються наявні реляційні бази даних.

Розроблено архітектуру Великих даних у блокчейн для медицини, яка використана в інформаційній системі перевірки ліків, упровадженій в лікарні швидкої допомоги м. Львова. Розроблену систему можна використовувати, як

конструктор для оптимізації даних, які є незмінними, наприклад логи для статистики тощо. Результати дисертації були отримані під час роботи здобувача у держбюджетній науково-дослідній роботі та пройшли дослідницьке випробування.

## **6. Повнота відображення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих автором дисертації працях**

Результати виконаних досліджень опубліковано автором у 10 наукових працях, із них 2 статті – у виданнях, що індексуються в наукометричних базах даних (одна стаття в журналі з Q2), 4 статті – у фахових виданнях України, 4 публікації – у збірниках наукових праць конференцій. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

Основні положення та результати дослідження дисертації апробовано на Міжнародній науково-практичній конференції «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» (2018, 2019), Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи в науці і практиці сьогодення» (2021), науковому семінарі кафедри Системи штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка».

## **7. Загальна характеристика дисертаційної роботи**

У вступі зазначено актуальність теми дисертації, охарактеризована концепція можливості поєднання Великих Даних (Big Data) і технології розподіленого реєстру (блокчейн, blockchain), визначено мету та основні завдання, об'єкт і предмет дослідження, методи досліджень, подано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, також наводиться інформація про список публікацій автора.

У першому розділі «Аналіз технології блокчейн для опрацювання великих даних» здійснено аналіз технології блокчейн, описані математичні методи, які лежать в основі блокчейну, проаналізовано та описано, що собою представляють великі дані. На підставі проведеного аналізу відомих рішень встановлено, що існуючі технології опрацювання даних, які використовують бази даних, не можуть бути використані у блокчейн через неможливість забезпечення прийняттого часу доступу до даних та їх опрацювання.

Поставлена задача, яку необхідно розв'язати методом дослідження та практикою.

У другому розділі «Розроблення методів послідовного опрацювання даних» було здійснено аналіз методів хешування даних, розроблено модель великих даних у блокчейн і методи додавання даних у блокчейн, оцінки якості запису у блокчейн, проаналізовано необхідні алгоритми консенсуса.

У третьому розділі «Розроблення алгоритмів опрацювання великих даних у блокчейн» з використанням блок-схем розроблено алгоритми визначення блоків-сиріт, кодування-декодування даних у транзакції, запису даних у блокчейн, а також метод перевірки якості внесених даних.

У четвертому розділі «Розроблення архітектури та апробація результатів» представлено розробку архітектури системи, обґрунтовано вибір технологій для реалізації системи, визначено функціонал системи і засоби, що забезпечують її стабільну роботу, розроблено протокол обміну даними та здійснено аналіз отриманих результатів.

Додатки містять розроблену програму, на якій проводилися експерименти, та акти впровадження отриманих результатів.

Дисертаційна робота викладена на 156 сторінках та складається із змісту, переліку скорочень, вступу, чотирьох основних розділів, списку використаних джерел із 101 найменування та 9 додатків.

## **8. Мова та стиль дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота написана логічно, доступно, на високому технічному рівні з використанням сучасної наукової термінології та законів наукових теорій, з дотриманням вимог академічної доброчесності.

При написанні простежується авторський стиль, що свідчить про індивідуальність дослідження.

Тема, зміст та отримані наукові результати роботи відповідають спеціальності 122 “Компютерні науки”, галузі знань 12 “Інформаційні технології”.

## **9. Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи**

1. На рис.2.6 і 2.7 наведено статистику продуктивності MySQL під час

обробки великої кількості запитів до бази даних. Доцільно було провести цей експеримент для комерційних СКБД як Oracle Database чи Microsoft SQL Server.

2. З вмісту п.2.1 не зрозумілим є вклад автора у побудову методів хешування даних.

3. Доцільно було б продемонструвати ефективність застосування розроблених методів та алгоритмів на декількох предметних областях з відповідним порівняльним аналізом.

4. Обсяг розділу 1 виглядає завеликим, і частину матеріалу доцільно було б винести в додатки, наприклад, параметри алгоритму криптографії ECDSA для мережі криптовалюти Bitcoin, подані на рис.1.3-1.7.

5. Рис. 2.5, 2.10 не відображають алгоритм опрацювання даних у блокчейн, а скоріше описують відповідні процеси. Для подання процесів та архітектури інформаційної системи опрацювання даних у блокчейн доцільно використовувати нотацію UML діаграм.

6. Використано жаргоні слова типу майнер, майнінг, анонсер і т.д.

### **Загальний висновок**

Дисертаційна робота Кучковського Володимира Володимировича на тему “Інформаційна технологія блокчейн для опрацювання великих даних” є завершеним науковим дослідженням, має теоретичну і практичну цінність.

Розв’язане важливе науково-практичне завдання – розробка моделі Великих даних у блокчейн, забезпечення цілісності даних та скорочення часу доступу.

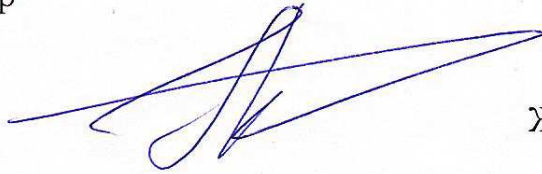
Наведені зауваження щодо дисертаційної роботи не зменшують значення результатів дослідження.

Враховуючи актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, новизну та практичну цінність, повноту викладу матеріалу в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація відповідає вимогам “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня

доктора філософії”, затверджено 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”.

Рецензент:

Доктор технічних наук, професор  
Національного університету  
“Львівська політехніка”



Жежнич П.І.

Підпис д.т.н., професора Жежнич П.І.

«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар Національного університету

«Львівська політехніка»

«23» середня 2022 р.



Брилинський Р.Б.