

## РЕЦЕНЗІЯ

рецензента – доктора технічних наук, професора, директора навчально-наукового інституту інформаційних технологій Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій Нестеренко Катерини Сергіївни на дисертаційну роботу Твердохліба Арсенія Олександровича на тему: «Моделі та метод забезпечення масштабованості високонавантажених комп'ютерних систем із блокчейн», подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 - Інформаційні технології за спеціальністю 123 - Комп'ютерна інженерія

### **Актуальність обраної теми.**

У сучасних фінансових технологіях, телекомунікаціях та e-commerce високонавантажені комп'ютерні системи функціонують в умовах екстремальних навантажень. Відмова навіть одного централізованого елемента системи або порушення цілісності бази даних можуть призвести до катастрофічних наслідків. Застосування смарт-контрактів та незмінних розподілених реєстрів здатне вирішити проблему надійності, проте їх впровадження стримується проблемою масштабованості. Робота Твердохліба А.О., у якій розроблено нові архітектурні рішення та методики автоматизованого тестування таких розподілених середовищ, є надзвичайно актуальним внеском у розвиток комп'ютерної інженерії.

### **Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації.**

Достовірність результатів забезпечена комплексним підходом: від теоретичного моделювання до реального інженерного втілення з автоматизованими процесами CI/CD. Автор переконливо доводить свої висновки результатами експериментів з імітацією відмов, підтверджуючи здатність системи продовжувати роботу при втраті до 30-40% вузлів.

### **Оцінка новизни наукових результатів дисертаційного дослідження.**

Серед ключових елементів наукової новизни слід відзначити:

- вдосконалення методу децентралізованого управління ресурсами шляхом застосування агентного підходу та смарт-контрактів, що ліквідувало SPOF;
- удосконалення гібридної моделі інтеграції блокчейну у ВКС, що розділяє обчислення та верифікацію, тим самим зменшуючи час обробки на 15%;
- створення нової моделі координації обробки та зберігання даних, яка оптимізує використання розподілених ресурсів.

### **Практична цінність отриманих результатів.**

Практичне значення роботи полягає у створенні готових архітектурних шаблонів та методології верифікації для децентралізованих систем. Розроблена архітектура дозволяє збільшити ефективність використання обчислювальних ресурсів на 21% та обробляти сотні тисяч запитів. Результати мають підтверджені акти впровадження у наукові теми ДУІКТ.

**Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях.**  
Наукові здобутки широко висвітлені у 15 публікаціях, що включають фахові видання України, журнали бази Scopus та матеріали міжнародних конференцій.

**Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення.**

Дисертація оформлена на високому рівні, містить багатий графічний матеріал (51 рисунок), що детально ілюструє архітектуру мікросервісів та блокчейн-вузлів. Формат повністю відповідає чинним вимогам Постанови КМУ № 44.

**Зауваження до проведеного дисертаційного дослідження.**

Разом із тим, у роботі є кілька дискусійних аспектів:

1. При розробці методології автоматизованого тестування (Розділ 2.5) автор згадує інструменти CI/CD, проте не наводить конкретних метрик часу, що витрачається на повний цикл розгортання та тестування смарт-контрактів у тестових мережах при частих ітераціях.

2. У моделі розподіленого зберігання не в повній мірі досліджено проблему гарантованого видалення чутливих даних, що є складним завданням для імутабельних систем.

3. Доцільно було б додати порівняльний аналіз швидкодії запропонованого гібридного методу з сучасними Layer-2 рішеннями, які зараз активно використовуються для оптимізації блокчейн-систем.

**Висновок.**

Дисертаційна робота Твердохліба А.О. є завершеною, цілісною науковою працею, що має вагоме практичне та теоретичне значення. За глибиною досліджень, обґрунтованістю результатів та рівнем новизни дисертація відповідає спеціальності 123 - Комп'ютерна інженерія та вимогам п. 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого постановою КМУ від 12 січня 2022 р. № 44. Здобувач заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії.

Рецензент

Доктор технічних наук, професор,  
директор навчально-наукового  
інституту інформаційних технологій  
Державного університету  
інформаційно-комунікаційних технологій

*Нестеренко*

Катерина НЕСТЕРЕНКО

Підпис

ЗАСВІДЧУЮ

Учений секретар  
Державного університету  
інформаційно-комунікаційних технологій



*Грица*