

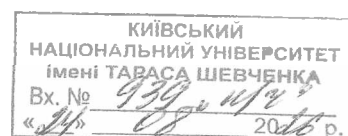
Голові разової спеціалізованої вченої ради
факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
доктору технічних наук,
професору кафедри математичної інформатики
факультету комп'ютерних наук та кібернетики
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Заславському Володимиру Анатолійовичу

Рецензія

офіційного рецензента, кандидата технічних наук, доцента, доцента
кафедри кібербезпеки та захисту інформації факультету
інформаційних технологій Київського національного університету
імені Тараса Шевченка Дакова Сергія Юрійовича на дисертаційну
роботу Чепеля Леоніда Валерійовича «Методи і засоби побудови
мереж Інтернету речей на основі гібридної блокчейн-архітектури з
адаптивним консенсусом та мультифакторним управлінням вузлами»,
що представлена на здобуття ступеня доктора філософії за
спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» галузі знань 12
«Інформаційні технології»

1. Актуальність теми дисертації

Інтернет речей залишається однією з найдинамічніших галузей сучасної
комп'ютерної інженерії: за наведеними в роботі оцінками, кількість підключених
пристроїв перевищила 21 мільярд у 2025 році, а прогнози на 2030 рік сягають 39
мільярдів. Таке масштабування виявляє межі централізованої хмарної моделі – єдину
точку відмови, затримку передавання даних до центру обробки та залежність від
зовнішніх провайдерів. Блокчейн розглядається як засіб децентралізованої координації,
проте, як показує виконаний здобувачем аналіз, жодна з наявних платформ не
задовольняє одночасно всіх вимог IoT-середовища: низької затримки, помірного
споживання ресурсів, масштабованості та підтримки апаратно обмежених пристроїв.



Дисертант розв'язує цю суперечність через гібридну архітектуру, у якій тип блокчейну добирається окремо для кожного рівня мережі, а координація вузлів спирається на вимірювані характеристики їхнього фактичного стану. Тема дисертації є актуальною, її формулювання відповідає змісту роботи.

2. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційного дослідження

Достовірність результатів забезпечується тим, що мету роботи виражено через вимірювані величини. Ефективність у дисертації не декларується, а визначається за характеристиками стандарту ISO/IEC 25010, причому кожній із них відповідає конкретний показник: часовим характеристикам – час поширення блоку, пропускній здатності – кількість транзакцій за секунду, використанню ресурсів – завантаження процесора та пам'яті, безвідмовності – кількість розгалужень ланцюга. Методично цінним є поетапне ввімкнення удосконалень консенсусу з окремим вимірюванням внеску кожного: спершу ізолювано ефект динамічного вибору валідаторів, потім перевірено повну конфігурацію методу, а за базову взято немодифікований протокол. Це дозволяє перевірити не лише сукупний результат, а й доцільність кожного рішення. Умови експериментів описано достатньо повно для їх незалежного відтворення.

Заслуговує на схвалення послідовність автора у визначенні меж дослідження: питання, що виходять за межі поставленої мети, прямо віднесено до подальших досліджень, а не підмінено загальними твердженнями. Так само відкрито зафіксовано обмеження власних рішень – необхідність калібрування констант скорингової функції та виявлений під час експерименту ефект оновлення оцінки вузла не частіше одного разу за блок. Висновки роботи узгоджені з отриманими вимірюваннями, тож наукові положення дисертації слід вважати обґрунтованими в межах заявлених умов дослідження.

3. Новизна отриманих у дисертації результатів

Уперше запропоновано метод адаптивного консенсусу Proof of Indicators, у якому черговість генерації блоків визначається комплексною метрикою вимірної продуктивності вузла, блоки поширюються в компактній формі, а позачергові вузли розпочинають роботу з конфігурованою затримкою. Виміряні ефекти кількісно підтверджують новизну запропонованого рішення. Показово, що скорочення кількості

розгалужень ланцюга автор трактує не лише як виграш у продуктивності, а й як показник стабільності досягнення консенсусу, оскільки для мережі, де блокчейн виконує роль спільного журналу подій, тимчасова неузгодженість стану між вузлами безпосередньо впливає на коректність подальшого опрацювання даних.

Удосконалено модель гібридної тришарової архітектури з обґрунтованим вибором типу блокчейну для кожного рівня, а також модель мультифакторного вибору периферійних вузлів, у якій мультиплікативна композиція критеріїв забезпечує «вето-ефект», тобто відсікання вузла з критично низьким значенням будь-якого окремого фактора, за лінійної обчислювальної складності, а також розділення позаланцюгових обчислень і ланцюгової координації. Інтегративним елементом новизни є запропонований принцип дворівневої адаптації, за якого і мережевий, і прикладний рівні спираються на фактичний стан вузлів.

4. Практична цінність отриманих результатів

Розроблені програмні компоненти можна інтегрувати в перспективні IoT-рішення на пристроях класу одноплатних комп'ютерів без спеціалізованого обладнання, що знижує поріг впровадження. Самостійну методичну цінність має порівняльний аналіз блокчейн-платформ за єдиною системою критеріїв: він може використовуватися проєктувальниками розподілених систем як основа для попереднього вибору платформи відповідно до конкретних вимог. Практично значущими є й механізми забезпечення надійності платформи периферійних обчислень – контроль часу виконання задачі з перепризначенням простроченої задачі та врахуванням цього факту в репутації вузла. Матеріали дисертації придатні для використання в навчальному процесі під час викладання дисциплін з комп'ютерних мереж і розподілених систем..

5. Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях

Результати дослідження апробовано шляхом участі у фахових конференціях, а також опубліковано в наукових виданнях. Це відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, встановленим чинними нормативними документами.

6. Структура та оформлення дисертації

Дисертація має чітку та добре продуману структуру, що відповідає логіці інженерного дослідження: аналіз предметної області та постановка задачі, архітектурна модель, метод адаптивного консенсусу з програмною реалізацією та експериментом, модель управління периферійними вузлами з програмною реалізацією та експериментом. Оформлення тексту, зокрема подання графічного матеріалу, відповідає стандартам академічного письма й сприяє кращому розумінню технічних рішень. Виклад матеріалу є виваженим і зрозумілим навіть у складних технічних фрагментах, що свідчить про належну увагу до структурування та подачі змісту.

Структура дисертаційної роботи повністю відповідає встановленим нормативним вимогам, включаючи вступ, чотири розділи, висновки та список використаних джерел.

7. Академічна доброчесність

У процесі ознайомлення з дисертаційною роботою порушень принципів академічної доброчесності не виявлено. Усі використані в роботі ідеї, підходи й джерела коректно процитовані з відповідними посиланнями. Експериментальні результати базуються на власних розробках автора, що підтверджує оригінальність дослідження.

8. Зауваження та побажання

Попри загалом позитивну оцінку змісту дисертації, можна виділити наступні зауваження:

1. Окремі відомості про протокол Clique та його обмеження подано і в першому розділі (при порівняльному аналізі платформ), і на початку третього. Можливо, було б доречно описати ці елементи один раз із подальшими посиланнями, що ущільнило б виклад.
2. Система вимірювань у роботі побудована ретельно, а всі керуючі параметри методу зведені в єдину таблицю, що відкриває можливість його налаштування під конкретне середовище. Однак саме при доборі коефіцієнтів базової оцінки та штрафних функцій у подальших роботах стануть у пригоді відомості про кількість повторних прогонів і розсіювання значень між ними, що дозволять відрізнити вплив зміни коефіцієнта від коливань мережевих метрик.

3. Запропоноване в підрозділі 4.5 відкладене призначення задач як розв'язання виявленої проблеми оновлення оцінки вузла не частіше одного разу за блок необхідно формалізувати (умови відкладення, гранична затримка призначення, поведінка за пакетного надходження задач) та експериментально перевірити.
4. Рекомендації щодо вибору блокчейн-платформ мають самостійну методичну цінність і придатні для використання поза межами дисертації. Саме тому варто було б звести їх у підсумкову таблицю «сценарій застосування – вимоги – рекомендована конфігурація», що зробило б цей результат ще зручнішим для проектувальників.
5. У роботі відсутні додатки; доцільно було б навести у них принаймні ключові фрагменти коду розроблених модулів (модифікацій Go-Ethereum, смарт-контрактів) або посилання на репозиторій із програмною реалізацією для підтвердження відтворюваності результатів.

Наведені зауваження мають рекомендаційний характер, не зачіпають сутності отриманих результатів і не знижують загальної позитивної оцінки роботи

Висновок

Дисертаційна робота Чепеля Леоніда Валерійовича є завершеним самостійним дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-технічне завдання підвищення ефективності функціонування блокчейн-орієнтованих мереж Інтернету речей. Запропоновані методи доведено до програмної реалізації та експериментально перевірено. Дисертація вирізняється цілісною структурою, обґрунтованою методологією, науковою новизною та практичною цінністю, а її результати відповідають вимогам до досліджень для здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам, визначеним у Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Вважаю, що за змістом, обсягом проведеної роботи та рівнем наукової апробації результатів Чепель Леонід Валерійович заслуговує на присудження наукового ступеня

доктора філософії у галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Офіційний рецензент

доцент кафедри кібербезпеки та захисту
інформації факультету інформаційних
технологій

Київського національного університету імені
Тараса Шевченка

кандидат технічних наук, доцент



Сергій ДАКОВ

ПІДПИС *Жидінська С.*
З А С В І Д Ч У Ю
ПРОРЕКТОР З НАУКОВОЇ РОБОТИ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ЖИДІНСЬКА
24.08.2026



КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА	
Вх. № <i>938/42</i>	
« <i>24</i> » <i>08</i> 20 <i>26</i> р.	