

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

**ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В
ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА**



**НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЙ
В ЕНЕРГЕТИЦІ – 2025»**

Збірник матеріалів конференції
26 березня 2025 р.

Київ – 2025

УДК 620.9 + 349 + 004 + 003.26

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту проблем моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова НАН України
(протокол № 3 від 27.03.2025)

Організаційний комітет:
В.В. Мохор, В.О. Артемчук та ін.

Програмний комітет:
В.В. Мохор, В.О. Артемчук та ін.

Відповідальний за випуск:
В.О. Артемчук

Usage of blockchain technologies in energetics – 2025: collection of materials of the scientific and practical conference, Kyiv, March 26, 2025, PIMEE of NAS of Ukraine. - 2025. - 84 p.

Використання блокчейн технологій в енергетиці – 2025 : збірник матеріалів науково-практичної конференції, м. Київ, 26 березня 2025 р., ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2025. – 84 с.

© Автори публікацій, 2025

© Інститут проблем моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2025

ЗМІСТ

М.Ю. Кузнецов, Л.В. Ковальчук, А.А. Шумська, І.М. Кузнецов ОБЧИСЛЕННЯ ІМОВІРНОСТІ АТАКИ РОЗГАЛУЖЕННЯ НА БЛОКЧЕЙН З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ПРИСКОРЕНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	5
Л.В. Ковальчук, М.С. Кондратенко ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ БЛОКІВ ПІДТВЕРДЖЕННЯ У ДВОРІВНЕВОМУ БЛОКЧЕЙНІ З ПРОТОКОЛОМ КОНСЕНСУСУ PROOF-OF-PROOF ПРИ РІЗНИХ ТИПАХ КОНСЕНСУСУ У МЕЙНЧЕЙНІ/САЙДЧЕЙНІ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ АТАКИ ПОДВІЙНОЇ ВИТРАТИ	10
В.М. Горбачук, Т.О. Бардадим, М.С. Дунаєвський, В.В. Годлюк, Д.О. Рибачок ОСНОВИ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ РИНКІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	15
З.Х. Борукаєв, В.А. Євдокімов, К.Б. Остапченко КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ ТОРГІВЛІ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ЕНЕРГІЄЮ В УКРАЇНІ	19
А.В. Полухін, В.А. Євдокімов, Я.П. Лукашевич СМАРТ-КОНТРАКТИ НА ОСНОВІ БЛОКЧЕЙНУ ЯК ШЛЯХ ДО РОЗВИТКУ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ	23
В.А. Євдокімов, Д.Р. Цвілій КОНЦЕПТ ПОБУДОВИ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ УКЛАДАННЯ P2P КОНТРАКТІВ НА РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ	26
В.З. Чіхладзе, А.М. Кудін ВИРШЕННЯ ЗАДАЧІ БАЛАНСУВАННЯ КРИПТОВАЛЮТНОГО ПОРТФЕЛЮ В СЕРЕДОВИЩІ СМАРТ- КОНТРАКТІВ ТА DeFi	30
І.А. Кудін ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН, ДЛЯ ОБ'ЄДНАННЯ МАЛИХ ГОСПОДАРСТВ З МЕТОЮ P2P ТОРГІВЛІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ ТА СПІЛЬНОГО ПРОДАЖУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТРЕТІМ СТОРОНАМ	31
О.С. Кушнір МОДЕЛЬ БАЛАНСУЮЧИХ ТОРГІВ АКУМУЛЬОВАНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ	32
С.В. Матвеев, І.В. Івченко БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	35
Б.М. Плєскач, В.Д. Самойлов, Є.В.Новак ВИКОРИСТАННЯ БЛОК-ЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЇ В ЛОКАЛЬНІЙ ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ З МОДУЛЬНОЮ СОНЯЧНО-ВІТРИАНОЮ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЄЮ	37

Д.І. Симонов, Б.Ю. Заїка, Є.Д. Симонов ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ БЛОКЧЕЙН-ПРОЄКТІВ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИКИ	41
П.С. Чернишов, М.М. Ковальов ЄСІТУ: БЛОКЧЕЙН-АРХІТЕКТУРА ЯК ОСНОВА ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ ТА МОБІЛЬНІСТЮ У СМАРТ-МІСТАХ	45
К.В. Васильєв МЕТОДИ КІБЕРЗАХИСТУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗА ДОПОМОГОЮ ШІ	47
A. Davydiuk, S. Kulyk CLOUD DATA MIGRATION SECURITY	50
Я.Ю. Дорогий, В.В. Цуркан, В.Ю. Колісніченко ПОКРАЩЕНИЙ МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВУЗЛІВ БЛОКЧЕЙН-МЕРЕЖІ ROOTSTOCK	56
Я.Ю. Дорогий, В.В. Цуркан, В.С. Кравчук ТЕНЗОРНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПЕНТЕСТУ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ РОЗГОРТАННЯ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	59
М.С. Дунаєвський ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ ТОРГІВЛІ НА ВНУТРІШНЬОДОБОВИХ РИНКАХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	63
Н.В. Заїка, О.С. Верховець, М.Ю. Комаров, О.М. Дроботун МЕТОДИ ОБФУСКАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ПЗ ДЛЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ ОКІ	67
Є.О. Застьола, О.Б. Білоцерківський РЕАЛІЗАЦІЯ БЛОКЧЕЙН-ПРОЄКТІВ У ЕНЕРГЕТИЧНОМУ СЕКТОРІ ТА СПЕКУЛЯЦІЇ НА КРИПТОВАЛЮТНИХ РИНКАХ ЯК ШЛЯХ ДО ФІНАНСОВОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ПІДПРИЄМЦЯ	70
Г.В. Неласа, О.В. Неласий, С.С. Самойлик ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СМАРТ-КОНТРАКТІВ В ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ЗАСТОСУНКАХ	72
В.О. Побережник, В.С. Балацька КОНЦЕПЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ТА АВТЕНТИЧНОСТІ ДАНИХ	75
А.О. Попова, О.М. Любименко, Н.О. Маслова, О.А. Штепа БЕЗПЕКА СМАРТ-КОНТРАКТІВ: КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ВИЯВЛЕННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ АТАКАМ	77
М.Б.Фесенко КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА АРХІТЕКТУРА ДОСТУПУ ДО БАЗИ ЗНАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЇ	81

ПОКРАЩЕНИЙ МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВУЗЛІВ БЛОКЧЕЙН–МЕРЕЖІ ROOTSTOCK

Анотація. У роботі запропоновано метод покращення виявлення та ідентифікації вузлів блокчейн–мережі Rootstock. Запропоновано адаптивний алгоритм обходу графа мережі на основі пріоритетної функції, що враховує ступінь вузла та часові характеристики його активності. Використано поведінкову модель ідентифікації вузлів на основі машинного навчання, що дозволяє зменшити кількість хибних класифікацій. Запропоновано підхід до розподіленої обробки даних із кластеризацією вузлів, що покращує масштабованість і швидкість аналізу мережі. Отримані результати сприяють ефективнішому та точнішому виявленню вузлів у реальному часі..

Вступ. Розвиток блокчейн–технологій [1] сприяє зростанню популярності децентралізованих платформ, серед яких Rootstock є однією з найперспективніших для розгортання смарт–контрактів на основі Bitcoin. Ефективне функціонування таких мереж значною мірою залежить від можливості виявлення та ідентифікації їхніх вузлів, що є важливим для забезпечення безпеки, стійкості та оптимальної роботи мережі.

У статті [2] запропоновано метод обходу блокчейн–мережі Rootstock шляхом послідовного опитування вузлів із використанням алгоритму пошуку на графі. Проте такий підхід має певні обмеження, зокрема значні часові витрати та потенційне дублювання запитів. Крім того, відсутність механізму поведінкової ідентифікації вузлів може призводити до некоректної класифікації та збільшення навантаження на мережу.

У даній роботі запропоновано вдосконалений метод виявлення та ідентифікації вузлів Rootstock, який включає адаптивний алгоритм обходу графа мережі з динамічним пріоритетом опитування вузлів, модель поведінкової ідентифікації на основі машинного навчання та підхід до розподіленої обробки даних. Запропоновані модифікації дозволяють підвищити швидкість аналізу мережі, зменшити хибні класифікації та покращити масштабованість процесу виявлення вузлів..

Метод виявлення та ідентифікації вузлів блокчейн–мережі Rootstock. Удосконалення процесу виявлення та ідентифікації вузлів блокчейн–мережі Rootstock вимагає розробки формальної математичної моделі, що враховує структуру мережі, динаміку її зміни та поведінкові характеристики вузлів.

У статті [2] запропоновано алгоритм обходу графа блокчейн–мережі Rootstock для збору інформації про активні вузли. Однак такий підхід має певні обмеження, зокрема повільний процес опитування та неможливість адаптивного вибору вузлів для подальшої взаємодії. Крім того, у статті не розглядається питання поведінкової ідентифікації вузлів, що є важливим для зменшення кількості хибнопозитивних результатів.

У цій роботі пропонується вдосконалений алгоритм, що складається з трьох основних компонентів:

- адаптивного обходу графа на основі пріоритетної функції вибору вузлів;
- поведінкової моделі ідентифікації вузлів із використанням методів машинного навчання;
- розподіленої обробки підграфів мережі для підвищення швидкості аналізу.

Адаптивний обхід графа мережі. Нехай блокчейн–мережа представлена у вигляді орієнтованого графа $G = (V, E)$,

де:

V – множина вузлів (peer-ів),

E – множина ребер (зв'язків між вузлами).

Для покращення процесу пошуку нових вузлів вводимо пріоритетну функцію вибору вузлів для опитування (1):

$$P(v_i) = \alpha \cdot \frac{d(v_i)}{D_{max}} + \beta \cdot \frac{1}{t(v_i)} \quad (1),$$

де

$P(v_i)$ – пріоритет опитування вузла v_i ,

$d(v_i)$ – ступінь вузла (кількість з'єднань),

D_{max} – максимальний ступінь серед усіх вузлів,

$t(v_i)$ – час останньої відповіді від вузла (менше значення – більший пріоритет),

α, β – вагові коефіцієнти, що визначають вплив характеристик вузла на вибір.

Алгоритм обходу мережі наступний:

1. Вибрати вузол v_i із найбільшим значенням $P(v_i)$.
2. Відправити до нього запит про сусідні вузли.
3. Додати нові вузли до черги аналізу, оновлюючи їхні пріоритети $P(v)$.
4. Повторювати кроки 1–3 до досягнення заданого критерію завершення.

Поведінкова модель ідентифікації вузлів. Для зменшення кількості хибних ідентифікацій запропоновано поведінкову модель оцінки вузлів. Кожен вузол характеризується множиною поведінкових ознак (2):

$$S(v) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f_i(v), \quad (2)$$

де:

$S(v)$ – підсумковий скоринговий бал для вузла v ,

$f_i(v)$ – значення i -ї поведінкової характеристики (наприклад, середній час відповіді, частота запитів, стабільність зв'язку),

w_i – вагові коефіцієнти, що визначають важливість кожної характеристики.

Для класифікації вузлів використовуємо логістичну регресію (3):

$$P(\text{trusted}|v) = \frac{1}{1+e^{-S(v)}}, \quad (3)$$

де
 $P(\text{trusted}|v) > T$ (поріг довіри) означає, що вузол вважається справжнім.

Розподілена обробка підграфів. Для підвищення швидкості аналізу мережі використовується розподілена обробка підграфів G_k (4):

$$G = \bigcup_{k=1}^m G_k, \quad V_i \cap V_j = \emptyset, \quad E_i \cap E_j = \emptyset, \quad i \neq j, \quad (4)$$

де

m – кількість потоків обробки.

Кожен підграф формується за допомогою кластеризації вузлів за критерієм відстані (5):

$$C_k = \{v \in V | \text{dist}(v, v_0) \leq R_k\}, \quad (5)$$

де

v_0 – стартовий вузол,

R_k – радіус кластеризації.

Висновки. Запропонований метод покращення виявлення та ідентифікації вузлів блокчейн-мережі Rootstock забезпечує ефективніший обхід графа за рахунок адаптивного алгоритму вибору вузлів, підвищує точність ідентифікації шляхом аналізу поведінкових характеристик та скорочує час обробки мережі завдяки розподіленій обробці підграфів. Використання математичної моделі з логістичною регресією дозволяє зменшити кількість хибнопозитивних результатів, а застосування паралельного аналізу підвищує масштабованість рішення. Отримані результати сприятимуть підвищенню безпеки та надійності Rootstock, а подальші дослідження можуть бути спрямовані на впровадження методів машинного навчання та адаптацію підходу до інших блокчейн-мереж.

1. Dorohyi I., Kolisnichenko V. Y. Blockchain Transaction Analysis: A Comprehensive Review of Methods and Applications / I. Dorohyi, V. Y. Kolisnichenko // System research and information technologies. – 2023. – Т. 4. – Р. 37–53. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2023.4.03.

2. Dorohyi I., Kolisnichenko V. Y. Development of a method for nodes exploration and identification of Rootstock blockchain network / I. Dorohyi, V. Y. Kolisnichenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2024. – No. 1/2 (127). – Р. 6–15. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.297903.