

Ковальчук К.Ф.,
доктор економічних наук, професор,
Український державний університет науки і технологій

ЦИФРОВІ ТРАНСФОРМАЦІЇ У ПАБЛІК-АДМІНІСТРУВАННІ: МЕТОДИ КОНСЕНСУСУ БЛОКЧЕЙН 3.0

Фундаментальним явищем цифрової економіки у ХХІ сторіччі став перехід від ієрархічної до мережової структури адміністрування та суттєвий перерозподіл відношення довіри у суспільстві від інститутів до технологій і алгоритмів прийняття рішень.

Впровадження блокчейн технології у публічне адміністрування є актуальною темою у світлі постійного розвитку цифрових технологій та необхідності підвищення прозорості, ефективності та безпеки в різних сферах.

Блокчейн — це технологія дистрибутивного реєстру, яка забезпечує зберігання і передачу даних у незмінному вигляді, без потреби у посередниках. Інформація в блокчейн складається з послідовних блоків, з'єднаних криптографічно, що гарантує її цілісність і безпеку [1].

Перевагами блокчейну є:

Прозорість. Всі учасники мережі мають доступ до однієї і тієї ж інформації, що знижує можливість шахрайства і маніпуляцій.

Безпека. Технологія забезпечує високий рівень захисту даних завдяки криптографічному кодуванню.

Ефективність. Відсутність посередників знижує час і витрати на здійснення транзакцій.

Децентралізація. Відсутність єдиного центру зберігання даних робить систему більш стійкою до атак і збоїв [2].

Реалізовані кейси використання блокчейн в публічному адмініструванні [3,4]:

Електронне голосування та демократія. Блокчейн дозволяє створювати безпечні та прозорі системи для електронного голосування, що усуває можливість підробки голосів і забезпечує прозорість виборчих процесів. (Voatz - вибори в США, використання блокчейн для голосування на місцевих виборах).

Управління державними реєстрами та документацією. Використання блокчейн для ведення реєстрів земельної власності, реєстрації шлюбів, народжень, підприємств і прав на інтелектуальну власність дозволяє забезпечити прозорість і неможливість маніпуляцій з даними (Estonia e-Residency, реєстрація нерухомості в Україні через блокчейн).

Прозорість державних витрат. Блокчейн може використовуватися для відстеження урядових витрат і публічних контрактів, забезпечуючи прозорість в витрачанні бюджетних коштів (Платформи для публічного доступу до витрат державних організацій).

Управління та аудит публічних фінансів. Блокчейн технології можуть застосовуватися для ведення фінансових звітів і проведення аудиту в реальному часі (Програми на основі блокчейну для аудитів державних бюджетів).

Управління правами власності та ліцензіями. Блокчейн може використовуватися для надання доступу до реєстрації прав власності, а також для контролю за видачею ліцензій і сертифікацій (Реєстрація авторських прав та ліцензій у уряді через блокчейн).

Забезпечення безпеки та захисту даних. Використання блокчейну для захисту особистих даних громадян від несанкціонованого доступу та забезпечення конфіденційності. Блокчейн дозволяє безпечно зберігати і передавати дані між державними органами (Використання блокчейн для захисту даних у системах охорони здоров'я, освіти та соціальних послуг).

Прозорість у наданні публічних послуг. Блокчейн може використовуватися для автоматизації та моніторингу надання публічних послуг (реєстрація бізнесу, податкові декларації, надання допомоги безпосередньо громадянам).

Широке застосування блокчейн технологій у публік адмініструванні стало можливим завдяки наявності різноманітних *методів консенсусу (консensusних алгоритмів)*, що забезпечує досягнення згоди серед учасників (нодів) дистрибутивної мережі про правильність інформації (транзакцій, блоків тощо), що додається до ланцюгу блоків. Таке різноманіття протоколів консенсусу дозволяє використовувати блокчейн не тільки у фінансовій сфері -

БЛОКЧЕЙН 1.0, але і у: бізнес-адмініструванні – БЛОКЧЕЙН 2.0 та публік-адмініструванні – БЛОКЧЕЙН 3.0.

Повний відкритий перелік методів консенсусу (консенсусних алгоритмів) блокчейн технологій [3,4]:

1. *Proof of Work (PoW)*. Алгоритм, який вимагає від учасників виконати складні обчислювальні задачі для створення нових блоків (Bitcoin, Litecoin).

2. *Proof of Stake (PoS)*. Учасники створюють нові блоки пропорційно кількості криптовалюти, яку вони "заморожують" в системі (Ethereum 2.0, Cardano).

3. *Delegated Proof of Stake (DPoS)*. У цьому випадку учасники голосують за делегатів, які потім створюють нові блоки (EOS, Tron).

4. *Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)*. Консенсус, який дозволяє працювати навіть у випадку зловмисних учасників, що займають до 1/3 від усіх вузлів (Hyperledger Fabric, Zilliqa, Stellar).

5. *Proof of Authority (PoA)*. Авторитетні учасники (відомі валідатори) відповідають за створення блоків (VeChain, POA Network).

6. *Proof of Space/Proof of Capacity (PoSp/PoC)*. У цьому механізмі учасники повинні довести наявність вільного місця на жорсткому диску (Chia, Filecoin).

7. *Proof of Elapsed Time (PoET)*. Визначення, коли учасник отримує право на створення блоку залежить від часу очікування (Hyperledger Sawtooth).

8. *Proof of Burn (PoB)*. У цьому механізмі учасники "спалюють" частину своїх монет, щоб отримати право на створення нових блоків (Counterparty).

9. *Tolerant Fault Consensus (TFC)*. Алгоритм, який стійкий до помилок і збоїв навіть за умови високої кількості відмов у мережі (Decred, DAO).

10. *Proof of Identity (PoId)*. Валідатори мають перевірену ідентичність, і ця інформація використовується для верифікації транзакцій (SelfKey).

11. *Proof of Integrity (PoIn)*. Це підхід, при якому довіра до інформації підтверджується на основі її цілісності та верифікації (Certaines платформи).

12. *Proof of Contribution (PoC)*. Учасники повинні продемонструвати свою активність у мережі або внести певний вклад у її розвиток (Golem).

13. *Hybrid Proof of Work / Proof of Stake (Hybrid PoW/PoS)*. Це поєднання PoW і PoS, що забезпечує більшу гнучкість і захищеність (Decred, Ethereum Classic)

14. *Proof of Participation (PoP)*. Учасники мають бути активними і брати участь у різних аспектах роботи мережі для права на створення блоку (IOTA).

15. *Proof of History (PoH)*. Заснований на часових мітках, які служать доказом того, що певна подія сталася у визначений час (Solana).

16. *Randomized Proof of Stake (RPOS)*. Модифікація PoS, яка використовує випадковий вибір валідаторів (Algorand).

17. *Proof of Luck (PoL)*. Використовує елементи випадковості для вибору учасників, що додають блоки (Everipedia (IQ)).

У таблиці 1 представлено якісну оцінку алгоритмів консенсусу за критеріями безпеки, масштабованості, енергоспоживання, централізації та швидкості транзакцій із визначенням підсумкового рангу для публік адміністрування (БЛОКЧЕЙН 3.0). Експертні оцінки вперше були визначені за допомогою ChatGPT, який попередньо був донавчаний на кейсах використання блокчейн технологій у різних напрямках публік-адміністрування.

Таблиця 1.

Критерії Алгоритми	Безпека	Масштаб	Енергоспожив	Централізація	Швидкість транзакцій	Підсумковий Ранг
1. PoW	Висока	Низька	Дуже високе	Низька	Низька	6
2. PoS	Висока	Висока	Низьке	Середня	Висока	2
3. DPoS	Середня	Дуже висока	Низьке	Висока	Дуже висока	3
4. PBFT	Дуже висока	Середня	Низьке	Середня	Висока	1
5. PoA	Висока	Висока	Низьке	Висока	Дуже висока	4
6. PoSp/PoS	Середня	Висока	Низьке	Низька	Середня	5
7. PoET	Середня	Середня	Дуже низьке	Низька	Середня	8
8. PoB	Середня	Низька	Низьке	Низька	Середня	9
9. TFC	Дуже висока	Середня	Низьке	Низька	Низька	7
10. PoId	Висока	Середня	Низьке	Низька	Середня	10
11. PoIn	Висока	Низька	Низьке	Низька	Середня	11
12. PoC	Середня	Середня	Низьке	Низька	Середня	12
13. Hybrid PoW/PoS	Висока	Висока	Низьке	Середня	Висока	2
14. PoP	Середня	Середня	Низьке	Низька	Середня	13
15. PoH	Висока	Дуже висока	Низьке	Низька	Дуже висока	3
16. RPOS	Висока	Висока	Низьке	Середня	Висока	4
17. PoL	Низька	Низька	Низьке	Низька	Низька	14

Список використаних джерел

1. Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: The First Decentralized Cryptocurrency. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 19(4), pp. 1-11.
2. Iansiti, M., & Lakhani, K. R. (2017). The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review*, 95(1), pp. 118-127.
3. Satoshi Nakamoto, M. (2020). Understanding Consensus Mechanisms. *Journal of Blockchain Technology*, 9(3), pp. 45-59.
4. Wei, W., & Zhang, T. (2020). Blockchain and Smart Contract for Public Administration. *Government Information Quarterly*, 37(3), pp. 431-438.

Ковальчук О.В.,

к.е.н., доцент,

Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ЦИФРОВИХ МАРКЕТИНГОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ДОСЯГНЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ У ПРОМИСЛОВОСТІ

Сталий розвиток як стратегічна мета глобального суспільства передбачає збалансоване поєднання пріоритетів економічного зростання, соціального добробуту та екологічної безпеки. Промисловість, яка історично асоціюється з високим рівнем викидів, ресурсоспоживанням і забрудненням довкілля, сьогодні стоїть перед викликом – трансформуватися у відповідності до принципів сталого розвитку. Зважаючи на актуальні тенденції ключову роль у цій трансформації варто віддати цифровим технологіям.

Безперечно, цифровізація відкриває нові горизонти для підвищення ефективності виробництва, скорочення негативного впливу на довкілля та загалом раціонального використання ресурсів. Однією з таких найважливіших технологій є Інтернет речей (ІоТ), який дозволяє в режимі реального часу моніторити та оптимізувати виробничі процеси. Наприклад, завдяки сенсорам та аналітиці великого обсягу даних можна постійно зменшувати споживання енергії, виявляти точки нераціонального використання ресурсів або попереджати