**Ковальчук Євгеній Якович,**

Аспірант, Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль

**Загородня Діана Іванівна**

к.т.н., доцент, Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль

Orcid ID: http://orcid.org/0000-0002-9764-3672

**ІНТЕГРАЦІЯ БЛОКЧЕЙНУ ТА ВЕЛИКИХ ДАНИХ У СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ: ВИКЛИКИ, МОЖЛИВОСТІ ТА МАЙБУТНІ НАПРЯМКИ**

Вступ

Сучасний світ генерує велику кількість даних, обсяги яких зростають щосекунди. Це відбувається кожного разу, коли фіксується якась цифрова подія на відповідних носіях даних. За даними Міжнародної корпорації даних, відомо, що з перших слідів людства до 2006 року людство створило приблизно 161 екзабайт даних [1], і передбачається, що до 2025 року обсяг створених даних збільшиться у понад тисячу разів, досягнувши 175 зетабайт [2].

У таких умовах механізми зберігання та прийняття рішень також повинні розвиватись і адаптуватись відповідно до сучасних вимог. Інтеграція технології блокчейн і великих даних у системах підтримки прийняття рішень дозволяє модернізувати існуючу парадигму прийняття рішень новітніми технологіями, де великі дані забезпечують необхідний обсяг і різноманітність даних, а блокчейн забезпечує їх цілісність і безпеку [3].

Огляд існуючих систем

Найбільш поширеними завданнями аналізу великих обсягів даних є виявлення прихованих закономірностей, аномалій та кореляцій, а також визначення нових ідей, що безперечно посилює процес прийняття рішень, надаючи повне уявлення про задану предметну область [4]. В свою чергу технологія блокчейн забезпечить безпеку, прозорість і незмінність даних, збільшить рівень довіри та надійності до процесу прийняття рішень [5]. Нижче наведений перелік деяких систем підтримки прийняття рішень які використовують технолгії блокчейн та великі дані.

Рішення від компанії IBM під назвою “IBM Food Trust”, яке використовує блокчейн для підвищення прозорості та підзвітності в ланцюзі постачання харчових продуктів [6].

Платформа на основі блокчейну для фармацевтичної промисловості MediLedger спрямована на покращення цілісності ланцюга постачання та дотримання нормативних вимог, сприяючи кращому прийняттю рішень у розподілі ліків та управлінні запасами [7].

Технологічна компанія Everledger використовує блокчейн і великі дані для забезпечення прозорості та відстеження в таких галузях, як діаманти, вишукане вино та мистецтво, підтримуючи прийняття рішень щодо автентифікації та перевірки походження [8].

Платформа на основі блокчейну, яка надає рішення для управління товарами в сільськогосподарському секторі AgriDigital покращуючи процес прийняття рішень у таких сферах, як управління запасами, платежі та прозорість ланцюга поставок [9].

Платформа Power Ledger використовує блокчейн для однорангової торгівлі енергією та торгівлі сертифікатами на відновлювані джерела енергії, сприяючи прийняттю рішень щодо розподілу та споживання енергії [10].

Спільнота з відкритим вихідним кодом OpenMined зосереджена на створенні інструментів та інфраструктури для збереження конфіденційності для великих даних і ШІ, використовуючи блокчейн для забезпечення безпеки даних і конфіденційності в процесах прийняття рішень [11].

Децентралізований протокол обміну даними Ocean Protocol дає змогу обмінюватися та монетизувати великі дані, забезпечуючи при цьому конфіденційність і контроль, підтримуючи прийняття рішень у різних галузях [12].

Платформа на основі блокчейну для створення та перевірки цифрових резюме та облікових даних AccuChain полегшує прийняття рішень у сфері управління людськими ресурсами та підбору персоналу [13].

Децентралізована платформа енергетичного співтовариства на основі блокчейну DECO, яка об’єднує аналітику великих даних для оптимізації споживання енергії та рішень щодо виробництва в місцевих енергетичних спільнотах [14].

HealthChain Innovations використовує блокчейн для забезпечення безпеки, конфіденційності та цілісності медичних даних [15]. Великі дані використовуються для аналізу та інтеграції різноманітних клінічних, генетичних та інших даних для забезпечення повного стану здоров'я пацієнта.

Виклики, можливості та майбутні напрямки.

Основними викликами в даній сфері можна вважати проблеми з масштабуванням, пов'язані з обмеженою пропускною спроможністю блокчейн-платформ, забезпечення конфіденційності даних при збереженні їх прозорості, а також проблеми з інтеграцією блокчейну з існуючими архітектурами великих даних.

Шляхи покращення блокчейн технологій та великих даних відкривають нові можливості для розвитку цифрової економіки. У сфері блокчейну ключовим напрямком є масштабування. Розробники працюють над впровадженням таких рішень, як шардінг, off-chain транзакції та Lightning Network, щоб збільшити пропускну здатність мережі та зменшити затримки [16]. Це дозволить блокчейну впоратися зі зростаючим обсягом транзакцій.

Приватність є ще одним важливим аспектом. Завдяки технологіям, таким як zk-SNARKs та MimbleWimble, розробники прагнуть забезпечити конфіденційність транзакцій без втрати прозорості [17]. Інтероперабельність також важлива, оскільки вона дозволяє різним блокчейн-мережам спілкуватися між собою, обмінюючись даними та цінностями [18]. Енергоефективність стає все більш актуальною, особливо з огляду на критику механізмів консенсусу, заснованих на Proof of Work, за їх велике споживання енергії [19].

Що стосується великих даних, то інтеграція з штучним інтелектом та машинним навчанням розширює можливості аналізу, дозволяючи отримувати глибші інсайти та робити більш точні прогнози [20]. Управління даними в реальному часі стає все важливішим, оскільки швидкість реакції на зміни може бути вирішальною в динамічному бізнес-середовищі [21]. Безпека та приватність даних залишаються пріоритетами, оскільки зростаюча кількість кібератак та витоків інформації створюють нові виклики [22]. Нарешті, візуалізація даних допомагає користувачам краще розуміти та аналізувати великі обсяги інформації, перетворюючи дані на зрозумілі та корисні інсайти [23].

На рисунку 1 представлено основні шляхи покращення використання блокчейн технологій та великих даних для систем підтримки прийняття рішень. Одним із ключових аспектів є розвиток протоколів консенсусу, що може збільшити швидкість транзакцій та зменшити енерговитрати. Важливим є удосконалення технік масштабування, які дозволяють ефективно обробляти великі обсяги даних та покращують загальну продуктивність системи. Підвищення рівня конфіденційності даних через вдосконалення методів шифрування та розробку нових рішень є ще одним важливим напрямком, що сприяє більш широкому прийняттю блокчейн-технологій. Створення стандартів для різних аспектів блокчейну, включаючи смарт-контракти та інтерфейси, допомагає спростити інтеграцію між різними системами та платформами. Розвиток технік децентралізації дозволяє знизити ризики, пов'язані з централізованим контролем, та підвищити загальну надійність та безпеку системи. Впровадження енергоефективних алгоритмів та протоколів для блокчейн-мереж може значно зменшити витрати на енергію та зробити технологію більш екологічно стійкою.



Рисунок 1 – Шляхи покращення використання блокчейн технологій та великих даних для систем підтримки прийняття рішень

Ці заходи в сукупності можуть сприяти подоланню недоліків та вдосконаленню блокчейн-технологій для їхнього більш широкого прийняття та успішного використання в системах підтримки прийняття рішень.

Висновки

Інтеграція блокчейну і великих даних у системи підтримки прийняття рішень дозволить відкрити нові можливості для покращення процесу прийняття рішень. Підвищена довіра та прозорість, які є притаманними для блокчейну, забезпечуnm більшу достовірність рішень. Криптографічні механізми безпеки блокчейну захистять цілісність великих даних, що використовуються в сстемах підтримки прийняття рішень, тим самим покращуючи безпеку даних. Крім того, можливість прийняття рішень у режимі реального часу завдяки поєднанню аналітики даних у режимі реального часу зі своєчасним записом даних у блокчейні сприятиме більш гнучкому і ефективному процесу прийняття рішень.

Розглянуто майбутні напрямки розвитку інтеграції блокчейну та великих даних у системах підтримки прийняття рішень включають розробку масштабованих блокчейн-рішень, таких як шардинг або автономні рішення, щоб вирішити проблеми масштабованості.

**Література**

* 1. John, G. and David, R. The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East. IDC IVIEW, Sponsored by EMC Corporation. 2012. https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spring13/
	cos598C/idc-the-digital-universe-in-2020.pdf
	2. David, R., John, G. and John, R. The Digitization of the World, from Edge to Core. An IDC White Paper-#US44413318, Sponsored by Seagate, 2018.
	3. Neeraj Kumar, N. Gayathri, Md Arafatur Rahman, B Balamurugan. Blockchain, Big Data and Machine Learning: Trends and Applications. 1st Edition. CRC Press, 2020, 360 p.
	4. Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking. O'Reilly Media.2013.
	5. Mougayar, W. (2016). "The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology." Wiley.
	6. Платформа відстеження продуктів харчування на основі блокчейну IBM Food Trust, <https://www.ibm.com/downloads/cas/8QABQBDR>
	7. Платформа на основі блокчейну для фармацевтичної промисловості MediLedger для підвищення цілісності ланцюга постачання та відповідності вимогам, <https://www.mediledger.com/>
	8. Технологічна компанія Everledger, що спеціалізується на рішеннях на основі блокчейну для відстеження походження цінних активів, <https://everledger.io/>
	9. Цифрова платформа для управління товарами в агросекторі AgriDigital, <https://www.agridigital.io/>
	10. Платформа для торгівлі енергією, яка використовує технологію блокчейн Power Ledger, <https://www.powerledger.io/>
	11. OpenMined. (n.d.). Спільнота з відкритим кодом, яка зосереджена на штучному інтелекті та науці про дані, що зберігає конфіденційність, <https://openmined.org/>
	12. Децентралізований протокол обміну даними для розблокування даних для ШІ та аналітики Ocean Protocol, <https://oceanprotocol.com/>
	13. Платформа на основі блокчейну для створення та перевірки цифрових резюме та облікових даних AccuChain, <https://www.accuchain.com/>
	14. Galici, M.; Mureddu, M.; Ghiani, E.; Celli, G.; Pilo, F.; Porcu, P.; Canetto, B. Energy Blockchain for Public Energy Communities. Appl. Sci. 2021, 11, 3457. https://doi.org/10.3390/app11083457
	15. Hanley M., Tewari H. Managing lifetime healthcare data on the blockchain // 2018 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCom/IOP/SCI). – IEEE, 2018. – P. 246- 251. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/8560055
	16. Buterin, V. (2014). "A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform." Ethereum White Paper.
	17. Sasson, E. B., Chiesa, A., Garman, C., Green, M., Miers, I., Tromer, E., & Virza, M. (2014). "Zerocash: Decentralized Anonymous Payments from Bitcoin." In 2014 IEEE Symposium on Security and Privacy (pp. 459-474).
	18. Thomas, S., & Schwartz, E. (2018). "Interledger: Creating a Standard for Payments." In Proceedings of the 1st ACM Conference on Advances in Financial Technologies (pp. 77-86).
	19. Beccuti, M., Franceschinis, G., & Garroppo, R. G. (2017). "A Review of Energy Efficiency in Blockchain Technologies." In 2017 AEIT International Annual Conference.
	20. Marr, B. (2018). "How Is AI And Machine Learning Used In Engineering?" Forbes. Retrieved from https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/08/20/how-is-ai-and-machine-learning-used-in-engineering/?sh=3b5f0f021f26
	21. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). "Artificial Intelligence for the Real World." Harvard Business Review, 96(1), 108-116.
	22. Roman, R., Zhou, J., & Lopez, J. (2013). "On the Features and Challenges of Security and Privacy in Distributed Internet of Things." Computer Networks, 57(10), 2266-2279.
	23. Few, S. (2009). "Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis." Analytics Press.