УДК 339.97
JEL M 21
ORCID ID: 0009-0001-2677-1431
DOI https://doi.org/10.17721/tppe.2024.48.6

Голованенко М.В., канд. екон. наук, доц.
КНУ імені Тараса Шевченка

ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ УКРАЇНСЬКИХ КОМПАНІЙ НА ОСНОВІ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ

Розглянуто ключові основи блокчейн-технології, які обумовлюють стійкість побудованих на її основі систем до зовнішнього втручання та здатність до роботи в умовах агресивного зовнішнього середовища.. Виділено такі ключові технологічні механізми, як хеш-функції, пари «приватний-публічний ключ», ланцюги блоків, децентралізація та протоколи консенсусу. З метою обґрунтування вибору оптимальних систем на основі блокчейну для вирішення задач підвищення ефективності бізнес-процесів на рівні окремих компаній проаналізовано чотири типи блокчейну – публічний, приватний, гібрідний та типу «консорціум».

Ключові слова: блокчейн-технологія, бізнес-процес, хеш-функція, децентралізація, консенсус.

Постановка проблеми. Загальна тенденція загострення конкуренції на світових ринках обумовлює посилення вимог до ефективності бізнес-процесів компаній на глобальному рівні. Потужним трендом в світових масштабах стала цифровізація економіки, що має відповідне відображення на рівні бізнес-процесів окремих компаній. Проте для українських компаній з'явилися особливі виклики, обумовлені активною фазою агресії проти України. Ключовою їх особливістю є спрямованість зусиль ворога на руйнуванні економічного потенціалу українських підприємств, а також інфраструктури. Як виробничі потужності українських компаній, так і об'єкти виробничої та соціальної інфраструктури зазнають істотних руйнувань не лише в зоні бойових дій, а й по території усієї країни. При цьому руйнуванню найбільш крупних промислових, енергетичних, логістичних об'єктів агресор приділяє найбільшу увагу. За таких умов вкрай ускладнюється або й унеможливлюється нормальне функціонування великих індустріальних об'єктів. Отже, в Україні (як мінімум на тактичному рівні) сформувалася ще одна потужна тенденція – децентралізація, що потребує ефективної перебудови бізнес-процесів українських компаній та відповідного інструментарію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Варто врахувати, що цифровізація та децентралізація є ключовими рисами блокчейн-технології, яка останнім часом отримала потужний імпульс розвитку в практичній сфері. Це, в свою чергу активізувало зацікавленість науковців блокчейном. Попри активний розвиток блокчейну, ставлення до цієї технології є неоднозначним й серед вітчизняних [1, 2], й серед іноземних науковців [3, 4], через що поширеним в наукових публікаціях є підхід розгляду як переваг та перспектив блокчейну, так і його ризиків та викликів. В роботі Купалової Г., Коренєвої Н. та Гончаренко Н. розглянуто теоретичні аспекти застосування технології блокчейн у підприємництві [5]. Також цікавою є тенденція, що блокчейн-технологія активно розвивається не лише як бізнес-сфера чи об'єкт

наукових досліджень, а вона знайшла втілення й в освітньому процесі, при цьому не лише при підготовці вузькопрофільних фахівців в ІТ-галузі. Так, за активного сприяння професора Єханурова Ю.І. для студентів економічного факультету Київського національного університету запроваджено вивчення дисципліни, присвяченої вивченню сутності блокчейн-технології та особливості її використання на бізнес-рівні.

Невирішені частини проблеми. Попри активний розвиток блокчейн-технології та її популяризації на різних рівнях, її практичне використання в бізнес-процесах іноземних та, особливо, українських компаній все ще обмежується як наявними прикладними інструментами, так і проблемами методичного характеру.

Метою роботи є вивчення методичних аспектів застосування блокчейн-технології для оптимізації бізнес-процесів українських компаній в умовах особливих викликів, обумовлених воєнною агресією.

Методологія дослідження. Методологічно робота базується на використанні методу аналізу для виявлення обмежень та перспектив застосування блокчейн-технології в бізнес-процесах українських компаній, емпіричного методу для збору та опрацювання інформації стосовно сутності досліджуваної технології. Теоретичну основу робота є публікації вітчизняних та іноземних дослідників.

Результати дослідження. Як було вказано вище, проблеми методичного характеру є однією з ключових перешкод активізації використання блокчейн-технології в бізнес-процесах компаній. Значною мірою подолання цього обмеження лежить в площині підвищення обізнаності наукової та бізнес-спільнот про організаційно-технічні аспекти функціонування блокчейн-технології. Цьому, в свою чергу, сприяє чітке усвідомлення базових основ блокчейну, які варто розглянути докладніше.

Першою фундаментальною основою блокчейну є застосування хеш-функцій. Технічно хеш-функція забезпечує створення стислого цифрового відбитку певного вихідного інформаційного масиву (для криптовалютних мереж – це заголовок блоку та змістовна інформаційна частина блоку). Особливістю хеша є те, що його розмір (кількість символів, довжина) постійний для будь-яких обсягів вихідного інформаційного масиву, якому він відповідає. Таким чином, він є своєрідною «контрольною сумою» інформаційного масиву, що дозволяє ефективно контролювати цілісність цього масиву.

При цьому хеш чутливо реагує на щонайменші зміни у вихідному інформаційному масиві. Тому побудувати алгоритмічним шляхом хеш із заданими наперед характеристиками (наприклад, певною кількістю нулів на початку хешу) неможливо. Ця задача вирішується прямим перебором великої кількості унікальних числових значень, для чого залучаються вкрай значні обсяги обчислювальних потужностей. Тим самим створюється перший механізм захисту блокчейну від атак зловмисників. А саме, в разі втручання зловмисників й підміни ними змісту захищеного хешем інформаційного масиву, їм треба буде знайти й нове значення хешу.

Хеш-функції щільно пов’язані, але не тотожні другій технологічній основі блокчейну – парі приватних та публічних ключів, які використовуються для засвідчення та перевірки автентичності даних у системі. Приватний ключ застосовуються для підпису інформації користувачем (наприклад – транзакцій у криптовалютних блокчейн-мережах) має ретельно ним оберігатися від доступу сторонніх осіб. Компрометація приватного ключа може мати фатальні наслідки для власника та його бізнес-інтересів. Для запобігання цьому, крім

унеможливлення доступу до нього сторонніх осіб, важлива також унікальність цього ключа. В разі самостійного генерування пари «приватний-публічний ключ», унікальність приватного ключа може бути забезпечена застосуванням хеш-функції (наприклад, SHA-256) до випадково обраного інформаційного масиву й подальшої додаткової обробки результату, який видає хеш функція. Проте в сучасних умовах все більше користувачів продуктів на основі блокчейн-технологій віддають перевагу або спеціалізованим програмним продуктам для генерації ключів, або використанню спеціальних апаратних ключів.

Публічний ключ, який однозначно (й однобічно) пов'язаний з приватним, застосовується для перевірки автентичності інформації, що оприлюднюється в блокчейн-мережі іншими користувачами. Використання пари ключів сприяє зниженню ризиків зламу блокчейн-систем.

Ще одним важливим запобіжником від зловмисних атак на блокчейн-системи є третя фундаментальна основа блокчейну – зберігання інформації в блоках визначеної структури, що утворюють ланцюг. Власне цій властивості блокчейн і завдячує своїй назві. Структурно кожен блок складається із заголовку (що містить щонайменше номер блоку), змістовної інформаційної частини (наприклад, для криптовалют цей інформаційний масив містить дані про трансакції), хешу попереднього блоку та хешу поточного блоку. Збереження в поточному блоці хешу блока-попередника й ключовою складової механізму захисту блокчейну. А саме, в разі, якщо зловмисникам вдається вирішити задачу підбору коректного хешу для спотвореного ними змісту минулого блоку, цей новий хеш автоматично передається в наступний блок, для якого вже раніше згенеровано свій хеш. Як зазначалося, при обчисленні хешу цього наступного блоку одним з параметрів виступав первинний хеш блока-попередника. Таким чином, хоча в основний інформаційний масив другого блоку ніяких змін не вносилось, але його хеш вже не буде коректним через зміну хешу блока-попередника. Якщо за другим блоком вже був згенерований третій, то й він автоматично втратить коректний хеш – і так далі по ланцюжку блоків.

Четвертою основою блокчейну є застосування спеціалізованих алгоритмів консенсусу, які забезпечують коректне додавання до мережі нових блоків.

П'ятою основою блокчейну, що забезпечує його захист, є розподілена архітектура, тобто децентралізація цієї мережі. А саме, блокчейн в найбільш поширеному вигляді не передбачає збереження бази даних у вигляді ланцюжка блоків на єдиному центральному сервері, а на великій кількості комп'ютерів користувачів. Тим самим забезпечується захист від найбільшої загрози для класичних технологій розміщення баз даних на централізованих серверах – атак на ці сервери з метою пошкодження або викривлення інформації в базах даних, що на них зберігаються. Оскільки блочейн-мережа забезпечує створення стількох резервних копій бази даних, скільки користувачів вона має – тут може мова йти про десятки тисяч, – це забезпечує дуже високу стійкість системи.

Системне застосування в блокчейні названих вище механізмів захисту дозволяє сформувати технічно надійну й стійку до зовнішніх втручань систему. Ключові переваги застосування вказаної системи для України – це запобігання маніпулятивним змінам даних «заднім числом», а також стійкість до зовнішніх атак. Остання особливо актуальна в рамках стратегії формування кібербезпеки нашої держави в умовах активної фази військової агресії проти нашої країни.

Для більшої наочності характер взаємозв'язку між наведеними вище основами блокчейну проілюстровано на рис. 1.

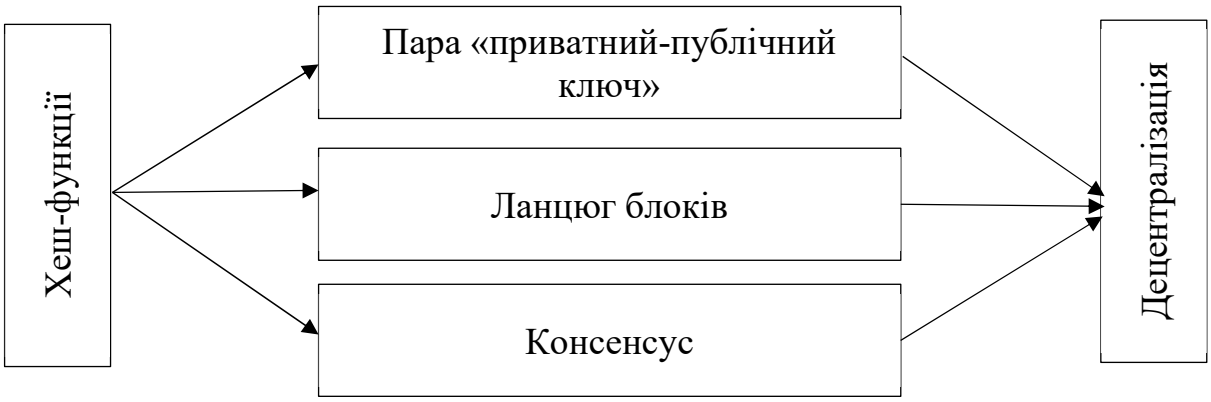


Рис. 1. Характер взаємозв'язку між ключовими елементами механізму блокчейну.
Джерело: побудовано автором

Хоча розглянуті п'ять основ блокчейну є важливими для розуміння причин стійкості цієї системи та її загальних можливостей, перспективи її застосуванні на рівні бізнес-процесів окремих компаній обумовлюються його типами й їх відповідними перевагами та недоліками, що в узагальненому вигляді наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Переваги й недоліки окремих типів блокчейну

№	Тип блокчейну	Переваги	Недоліки
1	Публічний блокчейн	– надійність; – безпека; – анонімність; – децентралізованість	– швидкість обробки транзакцій; – енергомісткість
2	Приватний блокчейн	– швидкість; – масштабованість; – збалансованість	– безпека; – централізованість; – стійкість
3	Гібрідний блокчейн	– екосистема; – вартість; – архітектура; – операції	– ефективність; – прозорість
4	Консорціум блокчейну	– швидкість; – авторитетність; – приватність; – гнучкість.	– механізм консенсусу; – прозорість; – вразливість.

Джерело: узагальнено автором на основі [6]

Прикладами першого типу блокчейну – публічного – є криптовалютні системи, тому цей тип є історично першим найбільш відомим та поширеним. Єдине застереження – віднесення енергомістокості до недоліків цього типу блокчейну справедливе лише у випадку застосування протоколу консенсусу «Proof of Work», який, наприклад, використовується в криптомережі Bitcoin. Проте в разі застосування альтернативних протоколів консенсусу

залучення значних обчислювальних потужностей не потрібне, а отже у енерговитратність таких систем є низькою.

Другий тип блокчейну – приватний блокчейн – є найбільш поширеним на корпоративному рівні, оскільки він не передбачає публічне оприлюднення та масове тиражування бази даних такого блокчейну. Попри ефективність такого підходу для вирішення широкого спектру бізнес-задач, варто розуміти, що приватний блокчейн через свою природу втрачає ряд переваг публічного блокчейну, зокрема, він стає централізованим й через те більш вразливим.

Для подолання недоліків приватного блокчейну варто звернутися до третього та четвертого типів. Гібрідний блокчейн отримав свою назву завдяки своїй комбінованій структурі, коли частина сегментів мережі контролюється окремою компанією й може бути закритою для широкого загалу, а інша частина сегментів є загальнодоступною.

Найбільш прогресивним типом блокчейну для застосування на корпоративному рівні можна вважати четвертий тип, який отримав назву консорціум блокчейну [6, с. 106]. Його особливість порівняно з попереднім варіантом полягає в тому, що контроль за блокчейн-мережею здійснює більше, ніж одна компанія. Тим самим забезпечується зростання авторитетності такої мережі при збереженні її швидкості та гнучкості.

Висновки. Як висновок, можна зазначити, що застосування блокчейну дозволяє будувати стійкі до зовнішніх втручань системи та рішення, які дозволяють ефективно реалізовувати широкий спектр бізнес-процесів, зокрема, й в умовах агресивного зовнішнього середовища та відсутності довіри між контрагентами. З огляду на такі властивості блокчейну, його застосування особливо актуальне в практиці українських компаній, які шукають нові можливості реорганізації бізнесу в умовах надзвичайних викликів воєнного стану.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження в цьому напрямку пов’язані з оцінюванням ефективності окремих прикладних рішень на базі блокчейн-технологій та їх впливу на бізнес-процеси українських та іноземних компаній.

Література

1. Мутерко Г.М., Кучерівська С.С., Яцко М.В., Малець В.В. Впровадження блокчейн-технологій в економіці України: переваги та виклики. Академічні візії. 2023. №26. URL: https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/798.

2. Воробець В. Переваги використання блокчейн технології в умовах цифровізації фінансових інструментів. Світ фінансів. №2 (63). 2020. С. 49-61.

3. Staples, M., Chen, S., Falamaki, S., Ponomarev, A., Rimba, P., Tran, A. B., Weber, I., Xu, X., Zhu, J., (2017) Risks and opportunities for systems using blockchain and smart contracts. Data61 (CSIRO), Sydney. - 52 p.

4. Condos, James, William H. Sorrell, and Susan L. Donegan. 2016. Blockchain Technology: Opportunities and Risks. Montpellier, Vermont.

5. Купалова Г., Коренєва Н., Гончаренко Н. Теоретико-організаційні аспекти застосування технології блокчейн у підприємництві. Modeling the development of the economic systems. 2022. № 2. С. 121–127. URL: https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-16.

6. Saritha B. Blockchain Technology: Features, Characteristics with a focus on its Types. International Journal of Engineering Technology and Management Sciences. Issue: 2 Volume No.8. 2024. P. 100-107. URL: https://ijetms.in/Vol-8-issue-2/Vol-8-Issue-2-12.pdf.

References.
1. Muterko H.M., Kucherivska S.S., Yatsko M.V., Malets V.V. Vprovadzhennia blokchein-tekhnolohii v ekonomitsi Ukrainy: perevahy ta vyklyky. Akademichni vizii. 2023. №26. URL: https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/798.
2. Vorobets V. Perevahy vykorystannia blokchein tekhnolohii v umovakh tsyfrovizatsii finansovykh instrumentiv. Svit finansiv. №2 (63). 2020. S. 49-61.
3. Staples, M., Chen, S., Falamaki, S., Ponomarev, A., Rimba, P., Tran, A. B., Weber, I., Xu, X., Zhu, J., (2017) Risks and opportunities for systems using blockchain and smart contracts. Data61 (CSIRO), Sydney. - 52 p.
4. Condos, James, William H. Sorrell, and Susan L. Donegan. 2016. Blockchain Technology: Opportunities and Risks. Montpellier, Vermont.
5. Kupalova H., Korenieva N., Honcharenko N. Teoretyko-orhanizatsiini aspekty zastosuvannia tekhnolohii blokchein u pidpryiemnytstvi. Modeling the development of the economic systems. 2022. № 2. S. 121–127. URL: https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-16.
6. Saritha B. Blockchain Technology: Features, Characteristics with a focus on its Types. International Journal of Engineering Technology and Management Sciences. Issue: 2 Volume No.8. 2024. P. 100-107. URL: https://ijetms.in/Vol-8-issue-2/Vol-8-Issue-2-12.pdf.

Holovanenko M., Ph.D., Associate Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv

OPTIMIZATION OF BUSINESS PROCESSES OF UKRAINIAN COMPANIES BASED ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

The key foundations of the blockchain technology, which determine the resistance of the systems built on it to external interference and the ability to work in an aggressive external environment, are considered. The first fundamental basis of the blockchain is the hash function. Its role is to create a unique digital fingerprint of each block of the network, and it also facilitates the use of other key solutions in the blockchain architecture. The second basis of the blockchain is its use of a "private-public key" pair, which allows you to ensure the signature of certain data, for example, transactions in crypto networks, as well as guaranteed verification of the authenticity of this data. The third basis of the blockchain is its construction in the form of a chain of blocks, the connection between which is ensured by including the hash function of the previous block to the next block. The fourth basis of the blockchain is the use of specialized consensus algorithms that ensure the correct addition of new blocks to the network. The fifth foundation of the blockchain, which ensures its protection, is the distributed architecture, that is, the decentralization of this network.

In order to substantiate the choice of optimal blockchain-based systems for solving the problems of improving the efficiency of business processes at the level of individual companies, four types of blockchain were analyzed. The first of them - public - is the most common due to its use in cryptocurrency networks, which historically became the first powerful impetus for the development of blockchain technology. However, for application in the business processes of individual companies, at the time of the research, the private type of blockchain is more widely used, despite the presence of some significant shortcomings. Partial elimination of the shortcomings of the private blockchain ensures the use of two more types - the hybrid blockchain and the most modern blockchain of the "consortium" type.

Keywords*: blockchain technology, business process, hash function, decentralization, consensus*