

ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙНУ ПЕРШОГО РІВНЯ LTO NETWORK ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ МІЖОРГАНІЗАЦІЙНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

©2024 ХРИПКО С. Л., ЩЕРБАКОВ С. С.

УДК 004.85:005.8:336.76
JEL Classification: F50

Хрипко С. Л., Щербаков С. С.

Використання блокчейну першого рівня LTO Network для автоматизації міжорганізаційних бізнес-процесів

Статтю присвячено розгляду технології блокчейн як засобу автоматизації міжорганізаційних бізнес-процесів. Зазначено, що цифровізація та автоматизація внутрішніх бізнес-процесів приносять значну користь у підвищенні продуктивності та зниженні витрат. Проте організації стикаються з труднощами при спробах отримати такі переваги для міжорганізаційних процесів, частково через відсутність довіри. Для вирішення цієї проблеми розглядається підхід з використанням технології блокчейн. Bitcoin продемонстрував, як блокчейн може забезпечити розподілену систему без необхідності довіри за рахунок криптографії та децентралізації. LTO розширює цей підхід за допомогою децентралізованого рушія виконання робочих процесів для ad-hoc співпраці. Інформація обмінюється між учасниками за допомогою приватних ланцюжків подій для кожного процесу та хешується в публічному блокчейні. Такий гібридний підхід дозволяє організаціям відповідати вимогам захисту даних та уникнути проблем масштабованості, характерних для блокчейн-проектів. Обговорюються переваги живих контрактів LTO перед розумними контрактами Ethereum. Живі контракти не містять значень напряду, а описують взаємодію між сторонами, на відміну від криптографічних «скриньок» розумних контрактів. Моделювання живих контрактів як скінченних автоматів дозволяє візуалізувати їх у вигляді блок-схеми. Обговорюються альтернативні методи моделювання, такі як мережі Петрі та BPMN. Описується сценарний підхід до визначення робочого процесу, що містить стани, дії, учасників, активи та вбудовані об'єкти даних. Деталізуються особливості об'єктів даних, ідентифікаторів учасників, виконання процесу та його адаптивності. Пояснюється робота приватного ланцюжка подій як ad-hoc приватного блокчейну, що забезпечує узгодженість стану процесу між вузлами. Обговорюються методи забезпечення приватності даних. Другу частину статті присвячено глобальному публічному блокчейну LTO для підтвердження інформації з приватних ланцюжків подій. Пояснюється консенсусний алгоритм на основі важливості володіння токеном та його використання для запобігання зловживанням. Обговорюються оптимізації, такі як протокол NG та агрегаційні блоки, для масштабування при великій кількості транзакцій. В останній частині описується архітектура платформи та її компонентів: мікросервіси, шари додатків, оркестрація контейнерів. Платформа дозволяє легко цифровізувати й автоматизувати міжорганізаційну взаємодію за допомогою живих контрактів на блокчейні.

Ключові слова: блокчейн, міжорганізаційні процеси, автоматизація, живі контракти, моделювання, приватність даних.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-2-205-212>

Рис.: 1. **Формул.:** 2. **Бібл.:** 15.

Хрипко Сергій Леонідович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій та дизайну, Класичний приватний університет (вул. Жуковського, 70Б, Запоріжжя, 69002, Україна)

E-mail: ur9qq@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-9935>

Щербаков Сергій Сергійович – аспірант, Класичний приватний університет (вул. Жуковського, 70Б, Запоріжжя, 69002, Україна)

E-mail: sergiyscherbakov@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8056-7578>

UDC 004.85:005.8:336.76
JEL Classification: F50

Khrypko S. L., Shcherbakov S. S. Using the LTO Network Level 1 Blockchain to Automate Inter-Organizational Business Processes

The article is devoted to the consideration of blockchain technology as a means of automating inter-organizational business processes. It is noted that the digitalization and automation of internal business processes bring significant benefits in terms of increasing productivity and reducing costs. However, organizations face difficulties when trying to obtain such benefits for inter-organizational processes, partly due to a lack of trust. This paper considers a blockchain approach to address this problem. Bitcoin has demonstrated how blockchain can provide a distributed system without the need for trust through cryptography and decentralization. LTO extends this approach with a decentralized workflow engine for ad-hoc collaboration. Information is exchanged between participants through private event chains for each process and hashed on a public blockchain. This hybrid approach allows organizations to comply with data protection requirements and avoid scalability issues typical of blockchain projects. The advantages of LTO live contracts over Ethereum smart contracts are discussed. Live contracts do not contain values directly, but describe the interaction between the parties, unlike the cryptographic "boxes" of smart contracts. Modeling live contracts as finite state machines allows visualizing them in the form of a flowchart. Alternative modeling techniques such as Petri nets and BPMN are discussed. The article describes a scenario-based approach to defining a workflow containing states, actions, participants, assets, and embedded data objects. The features of data objects, participant identifiers, process execution and its adaptability are detailed. The author explains the operation of a private event chain as an ad-hoc private blockchain that ensures the consistency of the process state between nodes. Methods of ensuring data privacy are discussed. The second part of the article is devoted to the global

public blockchain LTO to confirm information from private event chains. The consensus algorithm is explained based on the importance of token ownership and its use to prevent abuse. Optimizations, such as the NG protocol and aggregation blocks, are discussed to scale with a large number of transactions. The last part describes the architecture of the platform and its components: microservices, application layers, container orchestration. The platform makes it easy to digitalize and automate inter-organizational interactions using live contracts on the blockchain.

Keywords: blockchain, inter-organizational processes, automation, live contracts, modeling, data privacy.

Fig.: 1. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 15.

Khrypko Serhii L. – Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Head of the Department of the Department of Information Technologies and Design, Classic Private University (70B Zhukovskoho Str., 69002, Ukraine)

E-mail: ur9qq@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-9935>

Shcherbakov Serhii S. – Postgraduate Student, Classic Private University (70B Zhukovskoho Str., 69002, Ukraine)

E-mail: sergiyscherbakov@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8056-7578>

Вступ. Цифровізація та автоматизація внутрішніх бізнес-процесів приносять значну користь у підвищенні продуктивності та зниженні витрат. Проте організації стикаються з труднощами при спробах отримати такі переваги для міжорганізаційних процесів, частково через відсутність довіри, бюрократизм, корупцію при розподілі інформації та управлінні.

У статті пропонується вирішити цю проблему за допомогою технології блокчейну.

Аналіз останніх публікацій науковців. Проблемам автоматизації міжорганізаційних процесів приділяється значна увага в науковій літературі. Зокрема, Легнер та Венде [1] акцентують увагу на труднощах у сфері проектування таких процесів і пропонують напрями подальших досліджень. Райхерт та ін. [2] розглядають виклики адаптивних робочих процесів у міжорганізаційній взаємодії. Бен-Шаул та Кайзер [3] експериментують з децентралізованим моделюванням процесів.

Використання блокчейну для автоматизації процесів теж вивчається. Бутерін [4] описує концепцію розумних контрактів в Ethereum. Грігг [5] формулює принципи рикардянських контрактів. Ван дер Аалст [6] пропонує методикку переведення VRMN моделей в розумні контракти.

Проте досі бракує комплексних рішень, які б поєднували переваги моделювання процесів, криптографічної безпеки блокчейну та забезпечення приватності даних. Запропонований у статті підхід спрямований на заповнення цієї прогалини.

Метою статті є розробка підходу для автоматизації та оптимізації міжорганізаційних бізнес-процесів на основі технології блокчейну.

Завдання статті:

1. Проаналізувати наявні підходи до моделювання та автоматизації міжорганізаційних бізнес-процесів і виявити їх недоліки.
2. Запропонувати модель живих контрактів на основі скінченних автоматів для опису міжорганізаційних процесів.
3. Дослідити питання захисту приватності даних та можливості адаптації живих контрактів.
4. Описати загальну архітектуру платформи живих контрактів та її компонентів.

Основні результати наукового дослідження. На відміну від наявних підходів, запропоноване рішення дозволяє описувати процеси природною мовою у формі живих контрактів, забезпечує приватність даних і масштабованість за рахунок гібридної архітектури блокчейну.

Технології для оптимізації та спрощення робочих процесів усередині компанії бізнесу або підприємства продовжують стрімко розвиватися. Підприємці перебувають у нескінченних перегонах з конкурентами, постійно шукають більш ефективні рішення, які дають змогу економити час і гроші. За останні кілька десятиріч років розвитку цифрові технології дуже сильно зробили крок уперед. І значно спростили внутрішні бізнес-процеси. Завдяки розвитку ІТ більшу частину цих бізнес-процесів у результаті вдалося автоматизувати.

Однак, коли справа заходить про зовнішні міжорганізаційні взаємодії, ми зустрічаємо недовіру великих корпорацій і компаній до зовнішніх систем, керованих іншими контрагентами. Виходить замкнуте коло, через яке процес обміну інформацією та взаємодії між різними компаніями вкрай неефективний і зовсім не автоматизований. Проте розподіл інформації відіграє найважливішу роль у побудові чесних і правильних відносин. Якщо присутній дисбаланс у доступності до інформації, тоді одна сторона зможе повністю контролювати ситуацію і диктувати умови іншій [7].

Це повсюдно не вирішена проблема довіри. Вона існує у безлічі централізованих систем, наприклад, в уряді та великих компаніях-монополістах. Іншою проблемою, пов'язаною з відсутністю автоматизації, міжорганізаційної взаємодії, є роздутий бюрократичний апарат, створений величезною кількістю людей, необхідних для обслуговування нинішньої централізованої системи. З цього апарату регулярно вилучають гроші за допомогою корупції, шахрайства, хабарів та інших махінацій.

Ці недоліки можна вирішити за допомогою блокчейну, підвищивши ефективність завдяки автоматизації процесів і підвищення рівня довіри між взаємодіючими сторонами. Так само прибравши безліч зайвих учасників із системи, тим самим значною мірою знизивши рівень бюрократії.

Для вирішення озвучених проблем було запущено проект LTO Network. Це блокчейн-платформа для автома-

тизації бізнес-процесів. Завдяки рішенню на базі ЛТО у вигляді так званих живих контрактів компанії можуть взаємодіяти одна з одною на рівних умовах, а конкретніше – укладати і проводити операції, обмінюватися інформацією, організовувати ланцюги поставок, делегувати обробку даних третім особам і здійснювати інші бізнес-процеси. При цьому не покладаючись на одну довіру. Адаптивність довіри в бізнесі часто надмірна і коштує дорого. Позбавляючись необхідності працювати з людськими факторами, з паперовою тяганиною і регулярною перевіркою контрагентів, компанії зможуть зосередитися на підвищенні ефективності, прозорості та безпеки ведення свого бізнесу [8].

Оптимізувати роботу в міжорганізаційних процесів допоможуть живі контракти. Цей цифровий контракт можна порівняти зі смарт-контрактом у блокуванні ефіру, проте є низка особливостей, які може живий контракт ЛТО і не може звичайний смарт-контракт на ефірі. Live contract:

- здатний інформувати людину або комп'ютер про всі ключові етапи в робочому процесі, а також видавати їм інструкції з певними діями;
- може відхилитися від означального сценарію для вирішення конфліктів;
- здатний реалізувати другорядні процеси в рамках одного сценарію, а також створювати чати, які доступні учасникам контракту, водночас протоколює все листування в блокчейн, накопичувати оновлення сценарію прямо під час його роботи і багато іншого.

Живі контракти підходять під визначення рикардіанських контрактів, особливо тим, що їх легко прочитати як людям, так і програмам. Це властивість живого контракту, яка випливає зі способу його визначення. Немає окремої версії природною мовою для юридичних цілей та закодованої версії для виконання програми. Примусове виконання в блокчейні погано підходить для багатьох реальних випадків. Розумні контракти покладаються на превентивне примусове виконання, що означає або неможливість порушення угоди, або можливість виходу кожної сторони. Для живих контрактів краще підходить вирішення спорів поза ланцюжком за допомогою авторитетної сторони.

Живий контракт визначає робочий процес як скінченний автомат, що дозволяє візуалізувати його у вигляді блок-схеми, зрозумілої як для людей, так і для комп'ютерів. Замість звичайного скінченного автомату використовується розширений скінченний автомат, що дозволяє умовні переходи станів. Скінченні автомати обмежені послідовною поведінкою, тому для представлення паралельних процесів кожна послідовність паралельних інструкцій може бути представлена як окремий скінченний автомат. Ланцюжок подій може слугувати каналом зв'язку між двома скінченними автоматами [9].

Сценарій живого контракту складається зі станів, дій, учасників, активів та вбудованих об'єктів даних. Стани описують можливі дії та переходи. Дії визначають, які учасники можуть їх виконати. Учасники – це абстрактні ролі, наприклад, «студент». Активи – це змінні об'єкти даних.

Об'єкти даних незмінні в тому сенсі, що модифікація створює новий об'єкт. Форми використовують JSON-схему для визначення структури даних. Документи можуть ге-

неруватися на основі шаблонів. Ідентифікатор – це особа, команда чи організація в межах живого контракту. Ідентифікатори можуть бути запрошені до процесу за допомогою тимчасового ключа. Оновлення ідентифікатора можливе, якщо це передбачено сценарієм. Процес – це ініціалізований екземпляр сценарію живого контракту. Він складається з відповідей на дії, поточного стану, доступних учасників та активів. Виконання дії завжди дає відповідь. Проекція – це станові дані процесу, які можна використовувати для встановлення параметрів дії.

Адаптивні робочі процеси підтримуються за допомогою коментарів, відхилень та оновлення сценарію. Коментарі дозволяють обговорювати проблеми поза процесом. Відхилення – це частковий сценарій, запропонований будь-якою стороною. Оновлення сценарію може знадобитися при зміні угоди або законодавства. Ланцюжок подій утворює приватний блокчейн, що ділиться між сторонами. Кожна подія підписується криптографічно. Хеш попередньої події вбудовується в хеш наступної, утворюючи хеш-ланцюжок. Механізм консенсусу гарантує, що сторони погодяться з послідовністю подій [10].

Інформація не поширюється між ланцюжками подій, але сторони можуть бути ідентифіковані за допомогою пари ключів, яку вони використовують для підпису. Основний робочий функціонал розділений на два рівні: публічний і приватний. Весь процес починається з другого приватного рівня, цей рівень складається з численних приватних блокчейнів невеликого розміру. Кожен із них має певні права доступу і послідовність робочих процесів. Живі контракти при цьому забезпечуються цими мініатюрними приватними блокчейнами.

Кожний такий приватний блокчейн є видимим тільки для тих користувачів, у яких є дозвіл на взаємодію з ним, у рамках умов, заданих конкретним живим контрактом. Таким чином, виходить обмежена кількість учасників ланцюжка, міжорганізаційних робочих процесів. Адаптивна частина юридичних і не тільки контрактів має заздалегідь визначену кількість залучених учасників. Сам собою приватний блокчейн не в змозі гарантувати повноцінну безпеку і незмінність. Саме для цього і працює перший рівень.

Глобальний блокчейн ЛТО – це публічний блокчейн, спеціально створений для верифікації даних. Він існує для підтримки смарт-контрактів і приватних ланцюжків подій. Кожна подія приватного ланцюжка прив'язується до глобального блокчейну. Кожна подія, що відбувається на другому рівні (в приватному блокчейні), підлягає криптографічному захисту та отримує свій хеш. Після цього вона потрапляє на перший рівень – публічний блокчейн. Щоб не витратити ресурси мережі даремно, записується лише факт події, що сталася, а не всі її вихідні дані. В результаті виходить цифрова інфраструктура, в якій приватний рівень призначений для ефективної спільної роботи кількох учасників, обміну даними та автоматизації процесів.

З іншого боку, публічний рівень забезпечує високий рівень безпеки завдяки розподіленому вузлам (nodes) і системі заохочення. Важливо, що така гібридна система дозволяє мережі ЛТО повністю відповідати Загальному регламенту захисту даних (GDPR), встановленому Європейським Союзом. Токени ЛТО використовуються для роз-

гортання нод (nodes) і доступу до основного функціоналу платформи, щоб клієнти могли інтегрувати систему LTO у свої міжорганізаційні робочі процеси [11].

Для досягнення згоди (консенсусу) використовується алгоритм LPOI (Leased Proof of Importance). Шанс вузла бути обраним для створення блоку визначається кількістю токенів, які він тримає та ставить, а також його активністю в мережі. Основні типи транзакцій: прив'язка, видача сертифікатів, передача токенів, ставка токенів. Прив'язка використовується для перевірки транзакцій з приватних ланцюжків. Сертифікати дозволяють встановлювати зв'язки між ідентифікаторами.

Для зменшення розміру блокчейну використовуються підсумкові блоки. Транзакції за день узагальнюються в один підсумковий блок. Це дозволяє новим вузлам швидко синхронізуватися. Архітектура вузла LTO базується на мікросервісах та контейнеризації (використанні контейнерів). Функціональність розділена на окремі сервіси. Контейнери групуються в шар користувацького інтерфейсу (UI), шар додатка, шар приватного та публічного ланцюжка. Управління контейнерами забезпечує масштабованість і стійкість. Користувацький інтерфейс складається з двох додатків – переглядача ланцюжків і майданчика для розробки сценаріїв. Шар додатка містить вебсервер та рушій (програму) робочих процесів. Вебсервер забезпечує автентифікацію запитів, а рушій виконує дії смарт-контрактів.

Шар приватного ланцюжка складається з сервісу ланцюжка подій, сервісу черги подій та сервісу обробки подій. Сервіс ланцюжка подій обробляє вхідні події, виконує узгодження (консенсус) та поширює події. Сервіс черги додає події до черги, а сервіс обробки розподіляє їх. Шар публічного ланцюжка містить сервіс прив'язки, який базується на коді Nxt та протоколі NG. Він індексує всі хеші для швидкої перевірки [12].

Платформа LTO дозволяє створювати приватні блокчейни між довірливими учасниками без розголошення інформації. Смарт-контракти описують логіку взаємодії у формі, зрозумілій як людям, так і комп'ютерам. Глобальний блокчейн забезпечує прив'язку подій та ідентифікацію. Архітектура вузлів, побудована на мікросервісах, дозволяє легко масштабуватися.

Команда проекту виділяє чотири категорії утримувачів токенів. Перша і найважливіша категорія – це інтегратори та партнери. На них тримається сама мережа, вони беруть участь у початковому розвитку і надають стейкінг-вузли для валідації транзакцій. Вони можуть діяти самостійно або делегувати від імені клієнтів, надаючи їм свої потужності.

Далі клієнти – це користувачі, які використовують мережу і оплачують транзакційні збори. Вони також можуть запускати вузли. Вони поділяються на генераторів транзакцій, які використовують чужі потужності, і активних, які генерують транзакції і тримають стейкінг-вузли. Пасивні стейкери – це користувачі, які стейкають свої токени і розгортають вузли для перевірки транзакцій, щоб отримувати винагороду. І останні, неактивні утримувачі – це користувачі, у яких є токени, але вони не беруть участі в житті мережі.

Токеноміка продумана таким чином, щоб підтримувати найактивніших учасників, інтеграторів, активних клієнтів та простих інвесторів, які вирішили розгорнути свої ноди та заробляти на перевірці транзакцій або здавати в оренду свої застейкані токени. Блокчейн LTO Network використовує алгоритм консенсусу LPOI (Leased Proof of Importance), який є комбінацією алгоритмів, що використовуються в блокчейнах WAX та NEM.

Особливість цього алгоритму полягає в тому, що звичайні користувачі можуть здавати в оренду свої токени власнику ноди, тим самим збільшуючи шанс цієї ноди створити блок. За таку підтримку ноди звичайні користувачі отримують винагороду. Цю систему зазвичай називають лізингом [13].

Загальна кількість випущених токенів LTO на поточний момент становить 433 мільйони, але ця сума поступово зменшується через систему знищення (спалювання) токенів. Справа в тому, що токени LTO наявні в блокчейнах Ефіріум та BNB. Саме ці токени торгуються на біржах і забезпечують ліквідність для купівлі-продажу, а також слугують шляхом для компаній та тих, хто приєднується до мережі. Тоді як токени основної мережі не торгуються, а використовуються лише за призначенням для розгортання вузлів або стейкінгу через оренду.

Тому є сервіс для переведення токенів з одного блокчейну в інший, який називається «міст тролля». Для наочності в токеноміці це представлено як троль, що стоїть на мосту і збирає данину (плату) за прохід з одного блокчейну в інший. Потім ці зібрані збори знищуються (спалюються), і загальна кількість токенів поступово зменшується. Це зроблено для запобігання спекуляціям і зниженню волатильності курсу. Адаже при кожному переході з основної мережі до публічного блокчейну треба буде сплатити данину троллю. Токен LTO посідає 362 місце в рейтингу CoinMarketCap.

На сьогоднішній день токен LTO Network (LTO) торгується на 17 біржах, серед яких Binance, BitMax, Omgfin, LATOKEN та інші. Найбільший торговий обсяг спостерігається за парою LTO/USDT і сягає 1,6 млн доларів (81 % від загального обсягу на всіх біржах). Токен LTO є дефляційним, тобто його загальна кількість поступово зменшується. LTO доступний на двох блокчейн-мережах – Ethereum та BNB Smart Chain. За кожне його використання спалюється (знищується) 0,1 % у вигляді комісії. Щоденні обсяги торгів перевищують 1 млн LTO. Ринкова капіталізація становить більше 32,22 млн доларів. Розмір випущених токенів становить 85 % від максимальної емісії.

Розмір комісії за транзакцію становить 1 LTO. За кожну транзакцію 50 % цієї комісії не нараховується і, таким чином, фактично вилучається з обігу (спалюється). Решта винагороду ділиться між поточним лідером (валідатором) і наступним обраним вузлом у співвідношенні 2 : 3. Більше статистики можна побачити на рис. 1. LTO Network намагалася збільшити річну процентну доходність (APY), просто збільшуючи емісію токенів. Однак це призвело до негативної доходності, що вже не дуже привабливо. Тепер йдеться про реальний дохід мережі. =

LTO Network розподіляє винагороду за допомогою кількох механізмів. За кожну транзакцію 50 % комісії не

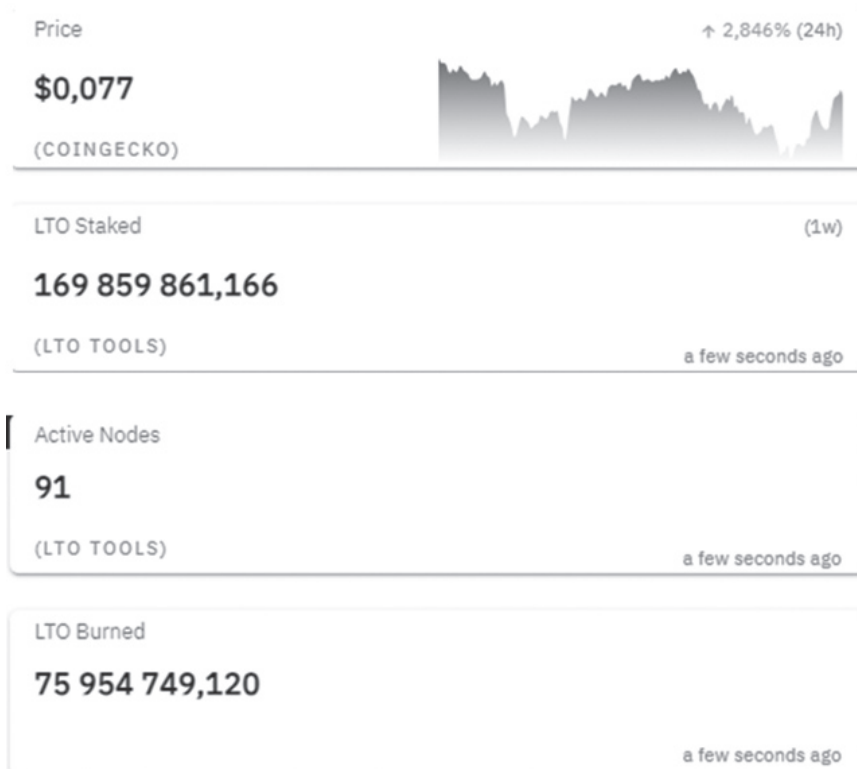


Рис. 1. Статистичні дані Explorer LTO Network

виплачується і фактично вилучається з обігу, тобто спалюється. Решта комісії розподіляється між поточним лідером (валідатором) і наступним обраним вузлом у співвідношенні 2:3. Комісія розподіляється таким чином: 20 % – поточному лідеру, 30 % – наступному вузлу, а 50 % згорає.

Люди, які додають монети до пулів ліквідності, називаються постачальниками ліквідності. Вони додають або вкладають кошти в розумні контракти, які тримають ці кошти в пулах. В обмін на надання ліквідності до пулу, ці постачальники ліквідності отримують LP-токени за відповідний пул, для якого вони забезпечують ліквідність. Таким чином вони отримують винагороду за стейкінг.

1,75 % від загального постачання токенів використовується для стимулювання майнінгу, тобто запуску вузлів, в мережі протягом кількох років. Це робиться для заохочення спільноти запускати більше вузлів. Команда проекту LTO поступово отримує свої токени протягом 2 років замість 9 місяців. Радники отримують свої токени протягом 6 місяців замість 4 місяців. Щомісячний випуск програми спільноти зменшується в 2 рази. Загальний обсяг транзакцій: \$1,143,839.76.

$$P/E = \frac{\text{Ринкова капіталізація}}{\text{Зс транзакцій} \times \text{рк} \times \text{рв токена}}, \quad (1)$$

де Зс транзакцій – загальна сума транзакцій;

рк – розмір комісії;

рв токена – ринкова вартість токена.

P/E, або співвідношення ціна / прибуток (Price to Earnings Ratio), – це фінансовий коефіцієнт, який викорис-

товується для оцінки вартості акцій компанії щодо її прибутковості. Він розраховується шляхом ділення ринкової ціни акції на прибуток на одну акцію.

Формула для розрахунку P/E:

$$P/E = \text{Ринкова ціна акції} / \text{Прибуток на одну акцію}$$

Це співвідношення широко використовується інвесторами для порівняння вартості акцій різних компаній в одній галузі та для визначення, чи є акція переоціненою чи недооціненою порівняно з іншими компаніями.

Вищий показник P/E може означати, що інвестори очікують більшого зростання прибутку компанії в майбутньому, або що акції компанії переоцінені. Нижчий P/E може вказувати на те, що акції недооцінені інвесторами або що компанія має обмежені перспективи зростання.

Проте P/E слід розглядати в контексті галузі, історичних показників та інших фінансових коефіцієнтів для всебічної оцінки вартості акцій.

$$P/E = 0,37$$

$$NVT = \text{Ринкова капіталізація} / \text{обсяг торгів} \quad (2)$$

NVT (Network Value to Transactions) LTO становить близько 35. Це показник, який відображає відношення ринкової капіталізації до обсягу транзакцій та може використовуватися для оцінки вартості та спекулятивної активності криптовалюти.

Ціна одного токена LTO становить приблизно 8 центів. Важливо, що коли ви віддаєте свої токени в лізинг

(оренду), вони не залишають ваш гаманець. Ви залишаєтесь їх повноправним власником, але власник не має можливості витратити ваші токени. Ви можете в будь-який момент перервати лізинг і вивести токени, наприклад, назад на біржу. Наразі дохід від лізингу tokenів становить близько 6 %.

LTO Network вже має діючих клієнтів серед різних організацій, як державних, так і комерційних. Наприклад, Нідерландський інститут стандартизації захищає свої сертифікати в мережі LTO, а Міністерство транспорту Нідерландів заощадило близько 7 мільйонів євро на пілотній програмі за допомогою смарт-контрактів LTO. Згідно з інформацією на сайті, LTO співпрацює з понад 40 компаніями, включно з партнерами, клієнтами та системними інтеграторами. На сайті є окремий розділ з описом вже працюючих кейсів використання системи LTO Network.

Продукт, над яким інтенсивно працює команда, вже використовується реальними клієнтами, включно з великими компаніями, кількість яких поступово зростає. Варто зазначити, що компанія LTO пройшла шлях від продукту до впровадження блокчейну, а не навпаки, що трапляється частіше. У сфері роботи з документами вони працюють з 2012 року. Їхня дочірня компанія Legal Thinks спеціалізується на програмному забезпеченні для обробки документів. Поступово розширюючи клієнтську базу, команда дійшла висновку про необхідність впровадження технології блокчейн для спрощення та підвищення прозорості багатьох процесів.

Безумовно, при виборі альткоїна як інвестиції на довгостроковий період потрібно враховувати низку ризиків, починаючи від втрати інтересу з боку спільноти і закінчуючи технічними вадами та можливістю невдалої реалізації проекту. Однак у випадку з LTO вже є робочий продукт, який використовується великими компаніями та державними організаціями. Активність у мережі перебуває на високому рівні, що підтверджують дані аналітичного сервісу CoinStat, який відстежує дані в блокчейнах і допомагає визначити, які з них є найбільш затребуваними, порівняно з їхніми показниками на CoinMarketCap та іншими параметрами. LTO отримав найвищий бал за показником Adoption (впровадження). Крім того, нещодавно було запропоновано вдосконалену модель токеноміки LTO 2.0, що передбачає поступове зниження (спалювання) 28,5 % tokenів, сплачених як комісія за користування мережею. Помірний прогноз передбачає транзакційну активність, засновану на 70 000 щоденних транзакцій, що досить мало. Проте наразі їх кількість складає 21650.

Важливою складовою запропонованого підходу є токеноміка, яка виникає завдяки використанню консенсусного алгоритму на основі важливості володіння та використання tokenів (LPol) [15].

Токен LTO виконує кілька функцій у системі. По-перше, він слугує засобом оплати послуг мережі, таких як створення та фіксація подій ланцюжка. По-друге, володіння токенами дає право брати участь у консенсусному механізмі в ролі вузла-валідатора.

Емісія tokenів відбулася одноразово під час створення системи. Загальна кількість випущених tokenів складала 450 мільйонів на момент запуску [15]. На сьогодні LTO Network (LTO) торгується на 17 біржах, серед яких

Binance, BitMax, Omgfin, LATOKEN та інші. Найбільший торговельний обсяг спостерігається за парою LTO/USDT і сягає 1,6 мільйона доларів (81 % від загального обсягу на всіх біржах). Наразі криптовалюта LTO Network торгується в діапазоні 7,59 цента.

Токен характеризується дефляційною моделлю, тобто його загальна кількість з часом зменшується. LTO наявний на двох блокчейн мережах – Ethereum та BNB Smart Chain. За кожне його використання знищується (спалюється) 0,1 % у вигляді комісії. Щоденні обсяги торгів перевищують 1 мільйон LTO. Ринкова капіталізація становить більше 345 мільйонів доларів. Коли її поділити на обсяг торгів, то отримаємо значення NVT близько 35. NVT (Network Value to Transactions) – це показник, який відображає відношення ринкової капіталізації криптовалюти до її обсягу транзакцій. Він може використовуватися для оцінки вартості та спекулятивної активності навколо криптовалюти. Зокрема:

- якщо NVT низький (наприклад, менше 20), це може свідчити про недооцінку криптовалюти, оскільки її ринкова капіталізація є низькою порівняно з обсягом транзакцій. Це може вказувати на високу практичну цінність і потенціал зростання;
- якщо NVT середній (наприклад, від 20 до 100), це може свідчити про відповідність вартості криптовалюти реальному попиту, оскільки її ринкова капіталізація відповідає обсягу транзакцій. Це може означати стабільний попит та пропозицію;
- якщо NVT високий (наприклад, більше 100), це може свідчити про переоцінку криптовалюти, оскільки її ринкова капіталізація є високою порівняно з обсягом транзакцій. Це може вказувати на спекулятивний бум і підвищений ризик;
- якщо NVT дуже високий (наприклад, більше 1000), це може свідчити про низьку якість криптовалюти, оскільки її ринкова капіталізація не підтримується реальними транзакціями. Це може означати низьку ліквідність, високу мінливість курсу та низьку якість активу.

Токени поширюються між учасниками мережі як винагорода за певну діяльність, таку як валідація блоків, або продаються на ринку за інші криптоактиви.

Для розрахунку ймовірності $P(\text{forge})$ обрання вузла як валідатора використовується формула [15]:

$$P(\text{forge}) = S \cdot r,$$

де S – відсоток стекованих вузлом tokenів від загальної кількості, а

r – "лотерейний фактор", що залежить від співвідношення ST ratio:

$$r = 1 + (0,5e^{-0,5(ST \text{ ratio}-1)})^2.$$

де ST ratio, або коефіцієнт короткострокової ліквідності (Short-Term Liquidity Ratio), – це фінансовий показник, який використовується для оцінки спроможності компанії погашати свої короткострокові зобов'язання за допомогою наявних ліквідних активів.

Вищий показник ST ratio вказує на кращу здатність компанії розраховуватися за своїми короткостроковими

борговими зобов'язаннями. Зазвичай значення ST ratio вище 1 вважається прийнятним, оскільки це означає, що компанія має достатньо ліквідних активів для покриття поточних зобов'язань.

ST ratio (співвідношення стейкінгу) допомагає оцінити ризик дефолту в системі та її загальну фінансову стійкість у короткостроковій перспективі. Його часто розглядають разом з іншими показниками ліквідності та платоспроможності. Чим більше токенів заставлено (стейкнуто) і чим активніше вузол використовує мережу, тим вище ймовірність його обрання як валідатора.

Обмеження на максимальне значення r дозволяє запобігти зловживанням через штучне збільшення активності [15]. Максимальне значення встановлено на рівні 1.5.

Токен виконує важливі функції в системі – забезпечує консенсусний алгоритм, слугує засобом оплати і стимулює активність учасників. Математична модель дозволяє врахувати ці фактори при розрахунку ймовірностей.

Висновки. Цифрова трансформація та автоматизація внутрішніх бізнес-процесів пропонують значні переваги у підвищенні продуктивності та зниженні витрат. Однак організації стикаються з труднощами при спробах отримати аналогічні вигоди для міжорганізаційних процесів через відсутність довіри. Технологія блокчейну, продемонстрована Bitcoin, дозволяє створити розподілену систему, що не потребує довіри завдяки криптографії та децентралізації.

Платформа LTO Network розширює цей підхід, пропонуючи децентралізований рушій виконання робочих процесів для співпраці між організаціями. Інформація обмінюється через приватні ланцюжки подій та прив'язується до публічного блокчейну LTO. Такий гібридний підхід дозволяє дотримуватись вимог захисту даних та уникнути проблем масштабованості.

Розрахунок коефіцієнта P/E (ціна / прибуток), що склав 0,37, може вказувати на недооцінку активу інвесторами. Network Value to Transactions (NVT) для оцінки вартості та спекулятивної активності криптовалюти LTO становить близько 35, що знаходиться в діапазоні нормальної оцінки вартості без зловживань з боку великих власників токенів.

Розрахунок ймовірності $P(\text{forge})$ обрання вузла як валідатора з використанням моделі консенсусного алгоритму LPOI враховує кількість заявлених токенів та активність вузла. Максимальне значення лотерейного фактору $r = 1.5$ запобігає зловживанням через штучне збільшення активності.

Таким чином, запропонований підхід з використанням блокчейну LTO Network та смарт-контрактів дозволяє автоматизувати міжорганізаційні бізнес-процеси, забезпечуючи довіру, прозорість, захист даних і масштабованість.

ЛІТЕРАТУРА

- Legner C., Wende K. The challenges of inter-organizational business process design – a research agenda. URL: https://www.researchgate.net/publication/44939033_The_Challenges_of_Inter-organizational_Business_Process_Design_-_a_Research_Agenda
- Reichert M., Bauer T., Dadam P. Enterprise-wide and cross-enterprise workflow management: Challenges and research issues for adaptive workflows. *Workshop Enterprise-wide and Cross-enterprise Workflow Management: Concepts, Systems, Applications*. 1999. Vol. 29. P. 56–64
- Ben-Shaul I. Z., Kaiser G. E. A paradigm for decentralized process modeling and its realization in the oz environment // *Proceedings of the 16th international conference on Software engineering*. IEEE Computer Society Press. 1994. P. 179–188.
- Buterin V. Ethereum White Paper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. URL: <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/white-paper>
- Grigg I. The Ricardian Contract // WEC '04: Proceedings of the First IEEE International Workshop on Electronic Contracting. July 2004. P. 25–31.
DOI: 10.5555/1018446.1022195
- Aalst W. M. P. The Application of Petri Nets to Workflow Management. *Journal of Circuits Systems and Computers*. 1998. Vol. 8. No. 1. P. 21–66.
- Cohen D. I. A. Introduction to computer theory. Vol. 2. Wiley New York, 1991.
- Buterin V., Gollapudi K. A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. URL: <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper/f18902f4e7fb21dc92b37e8a0963eec4b3f4793a>
- Bailis P., Ghodsi A. Eventual consistency today: Limitations, extensions, and beyond. *Queue*. 2013. Vol. 11. No. 3. P. 20.
- Tanenbaum A. S., Van Steen M. Distributed systems: principles and paradigms. Prentice-Hall, 2007.
- Castro M., Liskov B. Byzantine fault tolerance. US Patent 6,671,821. 2003.
- Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Kiyias A. et al. Ouroboros: A provably secure proof-of-stake blockchain protocol // *Annual International Cryptology Conference*. Springer. 2017. P. 357–388.
- POA Network. Proof of Authority: consensus model with Identity at Stake. <https://medium.com/poa-network/proof-of-authority-consensus-model-with-identity-at-stake-d5bd15463256>
- LTO. LTO Token Economy. URL: <https://ltonetwork.com/documents/LTO%20Network%20-%20Token%20Economy.pdf>

REFERENCES

- Aalst, W. M. P. "The Application of Petri Nets to Workflow Management". *Journal of Circuits Systems and Computers*, vol. 8, no. 1 (1998): 21-66.
- Bailis, P., and Ghodsi, A. "Eventual consistency today: Limitations, extensions, and beyond". *Queue*, vol. 11, no. 3 (2013): 20-.
- Ben-Shaul, I. Z., and Kaiser, G. E. "A paradigm for decentralized process modeling and its realization in the oz environment". *Proceedings of the 16th international conference on Software engineering*. IEEE Computer Society Press, 1994. 179-188.
- Buterin, V. "Ethereum White Paper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform". <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/white-paper>
- Buterin, V., and Gollapudi, K. "A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform". <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper/f18902f4e7fb21dc92b37e8a0963eec4b3f4793a>
- Castro, M., and Liskov, B. "Byzantine fault tolerance". *US Patent 6,671,821* (2003).

Cohen, D. I. A. *Introduction to computer theory*, vol. 2. New York: Wiley, 1991.

Grigg, I. "The Ricardian Contract". *WEC '04: Proceedings of the First IEEE International Workshop on Electronic Contracting*. July 2004. 25-31.

DOI: 10.5555/1018446.1022195

Kiayias, A. "Ouroboros: A provably secure proof-of-stake blockchain protocol". *Annual International Cryptology Conference*. Springer. 2017. 357-388.

"LTO. LTO Token Economy". <https://ltonetwork.com/documents/LTO%20Network%20-%20Token%20Economy.pdf>

Legner, C., and Wende, K. "The challenges of inter-organizational business process design - a research agenda". https://www.researchgate.net/publication/44939033_The_Challenges_of_Inter-organizational_Business_Process_Design_-_a_Research_Agenda

Nakamoto, S. "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

"POA Network. Proof of Authority: consensus model with Identity at Stake". <https://medium.com/poa-network/proof-of-authority-consensus-model-with-identity-at-stake-d5bd15463256>

Reichert, M., Bauer, T., and Dadam, P. "Enterprise-wide and cross-enterprise workflow management: Challenges and research issues for adaptive workflows". *Workshop Enterprise-wide and Cross-enterprise Workflow Management: Concepts, Systems, Applications*, vol. 29 (1999): 56-64.

Tanenbaum, A. S., and Van Steen, M. *Distributed systems: principles and paradigms*. Prentice-Hall, 2007.

Стаття надійшла до редакції 28.04.2024 р.

Статтю прийнято до публікації 13.05.2024 р.