

Електронний журнал «Державне управління: удосконалення та розвиток» включено до переліку наукових фахових видань України з державного управління (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019).

Спеціальність – 281.

Державне управління: удосконалення та розвиток. 2023. № 4.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2156.2023.4.9>

УДК 351:004

Б. В. Дзюндзюк,

к. держ. упр.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9066-2849>

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ЯК ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В ПУБЛІЧНОМУ СЕКТОРІ

B. Dziundziuk,

PhD in Public Administration

USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AS INFRASTRUCTURE IN PUBLIC SECTOR

У статті досліджено, як технологію блокчейн можна використовувати для різноманітних типів обміну інформацією, у яких беруть участь органи влади – її механізми безпеки дозволяють впроваджувати широкий спектр процесів для реєстрації активів, інвентаризації та обміну інформацією щодо як матеріальних, так і нематеріальних активів, таких як патенти, ідеї, репутація, наміри, дані про стан здоров'я та інша інформація.

З'ясовано, що блокчейн дає можливість побудувати інформаційну інфраструктуру, а також, що інформаційна інфраструктура – це спільна,

відкрита, необмежена, неоднорідна соціотехнічна система, що постійно розвивається завдяки можливостям, які надають інформаційні технології, їх окремі користувачі та розробники, а також їх спільноти. Інфраструктура формується та розширюється поетапно завдяки її користувачам. Відсутність централізованого контролю є фундаментальною ознакою інформаційної інфраструктури.

The article examines how blockchain technology can be used for various types of information exchange involving authorities – its security mechanisms enable implementation of a wide range of processes for asset registration, exchange of information on both tangible and intangible assets such as patents, ideas, reputation, intentions, health data and other information.

It was found that blockchain makes it possible to build an information infrastructure, and also that the information infrastructure is a shared, open, unlimited, heterogeneous socio-technical system that is constantly developing due to the opportunities provided by information technologies, its individual users and developers, as well as its community. The infrastructure is formed and expanded step by step thanks to its users. The lack of centralized control is a fundamental feature of the information infrastructure.

It was noted that installed base is important for developing information infrastructure, which includes both technical and non-technical elements. The evolution of information infrastructure depends on existing technical solutions combined with organizational, economic and legal elements, interrelated practices and rules that are institutionalized in the organization. An adequate understanding of the installed bases is particularly important for creating information infrastructure within authorities, as more and more information systems are used to deliver public services online, and the dynamics of these systems often require both flexibility and backward compatibility.

It was determined that open socio-technical platforms, which characterize information infrastructures, and among which there is blockchain technology, can

take their own place in today's world. Over its fifteen-year history, blockchain technology has demonstrated its dynamic and innovative nature. Although closed blockchains can be successfully applied in organizations, the full potential of the technology can only be realized in the context of blockchains with limitless access, similar to the Internet. Accordingly, to get the most out of the technology, there is a need to create cross-organizational solutions that also have the potential to be used within different countries. Therefore, ICT systems based on blockchain technology, which involve decentralized and distributed management and control, offer reliable and flexible solutions for preserving the integrity of the data represented by the hashes in the blockchain.

Ключові слова: *публічне управління, публічний сектор, блокчейн, інформаційна інфраструктура, електронне урядування, криптовалюта.*

Keywords: *public administration, public sector, blockchain, information infrastructure, e-governance, cryptocurrency.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Технологія блокчейн розвинулась за межі традиційних платіжних рішень у фінансовому секторі та має потенціал для трансформації багатьох секторів, включаючи публічний. Впровадження нових технологій в економічній сфері, що відбувається завдяки використанню блокчейну, створює як виклики, так і можливості для вдосконалення цифрових публічних послуг. Існує багато кейсів, що демонструють потенціал для реформування та навіть трансформації того, як мають надаватись публічні послуги. Враховуючи універсальний та відкритий характер блокчейну, його можна трактувати як інформаційну інфраструктуру.

Технологія блокчейн в останні роки отримала значне визнання та використовується для розробки платформ у різних областях з метою здійснення захищених транзакцій в незахищеному середовищі – наприклад, в

Інтернеті. Блокчейн, разом з одноранговими мережами та механізмами консенсусу, забезпечують безпечну ідентифікацію та автентифікацію в різних типах розподілених обчислювальних середовищ без потреби у використанні довіреної третьої сторони.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання використання технології блокчейн у публічному секторі розглядаються у працях багатьох українських і зарубіжних науковців, зокрема, таких як А. Антонопулос, О. Балан, В. Воробець, В. Дрешпак, І. Клименко, М. Кросбі, Р. Мазур, С. Олнес, П. Філіппі та ін. Проте все ще недостатньо уваги приділено вивченню можливостей використання технології блокчейн як інформаційної інфраструктури у публічному секторі.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті полягає в тому, щоб проаналізувати, як і в який спосіб технологію блокчейн можна використовувати як інформаційну інфраструктуру в сфері публічного управління.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Одними з найважливіших особливостей технології блокчейн є її глобальний масштаб, децентралізований та розподілений характер, інтегрована прозорість та незалежність від довірених сторін. Ці особливості вкрай важливі в країнах, вразливих до корупції та в яких є високим рівень недовіри до уряду з боку громадян й бізнесу. Як показують випадки практичного використання технології, більшість країн отримують вигоду від глобального охоплення та відкритості технології. Незважаючи на те, що технологія блокчейн швидко розвивається та стає основою для багатьох інновацій, вона все ще знаходиться на початковому етапі розвитку в контексті інших технологічних платформ.

Наразі вона найбільш придатна для керування цифровими ідентифікаторами та безпечного ведення записів й обробки документів, що є основною діяльністю органів влади. Блокчейн може забезпечити безпечний, перевірений запис кожної окремої транзакції, яка коли-небудь була здійснена

[2], незалежно від того, чи це фінансова транзакція, чи транзакція, що є елементом публічної послуги, наприклад, запис та позначення часу створення публічного документа. Це надає технології потенціал для змін у безпечному управлінні документами в публічному секторі.

Ми переконані, що реальний потенціал цієї технології може бути реалізований лише тоді, коли вона розглядатиметься в національній чи навіть міжнародній перспективі. А також технологія блокчейну, як відкрита платформа та інформаційна інфраструктури, розумітиметься як спільна, відкрита, необмежена та неоднорідна мережа технічних й нетехнічних елементів, що постійно розвивається. Таким чином, побудова інформаційної інфраструктури на основі блокчейну передбачає, що увага має бути зосереджена на відкритості та стандартизації разом із еволюцією та гнучкістю. Порівняння з Інтернетом має сенс, незважаючи на очевидні відмінності між ними.

Більшість органів влади все ще мають проблеми з автентифікацією та валідацією документів різних типів, а проблема транскордонної обробки таких документів є ще більш складною. Це також стосується персональних ідентифікаторів для доступу до цифрових послуг, коли окремі країни мають рішення, але значною мірою відсутня транскордонна сумісність. Це лише два приклади з низки аспектів, які можуть отримати вигоду від використання систем на основі блокчейну.

Перше застосування технології блокчейн ґрунтувалось на дослідженнях та стандартах у сфері криптографії та включало в себе спроби створення віртуальних валют, таких, як Біткоїн. Основними принципами Біткоїну є: однорангова архітектура; використання блокчейну як сховища, включаючи зв'язування хешів та позначки часу; механізми консенсусу, що формують правила та модель безпеки [9]. Сам блокчейн – це розподілена база даних, яка підтримує постійно зростаючий список упорядкованих записів, що називаються блоками та містять транзакції. Транзакція може

містити різні типи даних. Кожен блок містить мітку часу та хеш-показчик, який посилається на попередній блок.

У Біткоїні окремі монети також пов'язані разом через транзакції. Всупереч багатьом переконанням, не криптографічне зв'язування за допомогою хеш-показчиків між блоками робить ланцюг блоків Біткоїну безпечним, а консенсусна модель та принцип підтвердження роботи (proof of work) [1]. Пов'язування блоків за допомогою хеш-показчиків робить втручання в блокчейн очевидним, але захист за допомогою підтвердження роботи робить його стійким до втручання. Модель безпеки, заснована на цьому принципі, базується на припущенні, що вартість зламу системи має перевищувати прибуток від цього.

На даний момент блокчейн Біткоїну обмежений теоретичним максимумом до семи транзакцій на секунду [1] і, отже, не підходить для великих обсягів транзакцій. Однак для ефективного зберігання більш стійких об'єктів, наприклад, сертифікатів, ліцензій, документів про право власності тощо, це обмеження не має значення. Ці типи об'єктів не змінюють власників так часто, що відносно повільна швидкість транзакцій стає проблемою. Єдиним негативним ефектом поточних проблем з пропускну здатністю є вищі комісії. Також важливо, що у блокчейні зберігається хеш документа, а не сам документ.

Вартість використання відкритого блокчейну, такого як Біткоїн, складається з операційних витрат у вигляді комісій. Транзакція у Біткоїні зазвичай є переказом певної суми монет від одного користувача до іншого. Транзакція також може мати додаткове інформаційне навантаження та передавати іншу цінність.

Валюта біткоїн та технологія блокчейну тісно пов'язані. Відкритий блокчейн не може існувати без стимулів або механізмів компенсації, таких як валюта біткоїн. Навіть якщо блокчейн може містити інформацію, відмінну від транзакцій у валюті, наразі валюта є вирішальним стимулом для забезпечення передачі прав власності на інформацію та активи.

Також, крім відкритого блокчейну, існує й закритий. Відкритий блокчейн може бути дозволенним для використання будь-ким, а може мати перелік тих, хто має право вносити у нього зміни. Дозволи також стосуються й інших типів доступу, які надаються учасникам мережі блокчейн. Наприклад, доступ до читання – можливість читати інформацію з блокчейну, доступ до запису – можливість проводити транзакції, доступ до здійснення операцій – можливість додавати дані до блокчейну. На нашу думку, для публічного сектору відкриті системи блокчейну, що включають як окремі блокчейну з системою дозволів, так і без, є найбільш цікавими та відповідними з огляду на потенціал розвитку інформаційної інфраструктури.

Важливою частиною розробки блокчейну є його управління. Наприклад, у Біткоїні жодна група зацікавлених сторін, наприклад, майнерів, клієнтів повного вузла (full node), основних розробників, не має повного контролю, та між різними групами має бути досягнутий консенсус. Зміни до протоколу пропонуються через «BIPs» (Bitcoin Improvement Proposals), а потім виносяться на голосування майнерами. Клієнти повного вузла «голосують», завантажуючи оновлені версії базового клієнта або не роблячи цього [3]. Проте нещодавні форки, що стали результатом дуже інтенсивних дебатів щодо масштабування та того, чи слід збільшувати розмір блоків для збільшення пропускну здатності блокчейну, викликали занепокоєння та в багатьох людей та склали в них враження про кризу управління [3]. Однак біткоїн не має жодного способу управління конфліктами, які можуть призвести до паралізуючих тупикових блокувань або суперечливих форків, обидва з яких можуть бути шкідливими для всієї екосистеми. Таким чином, модель управління технологіями блокчейн є важливою, якщо технологія використовуватися як платформа та інфраструктура для публічних цифрових послуг.

Багаторівневу архітектуру блокчейн мережі Біткоїну можна представити у вигляді основних та додаткових шарів. До основних належать три шари:

- Перший шар: однорангова мережа, маршрутизація, блокчейн як система зберігання даних.

- Другий шар: консенсус – правила функціонування блоків та здійснення транзакція, підтвердження роботи.

- Третій шар: валюта.

Поверх основних можуть існувати додаткові шари для різних цілей, наприклад, платіжні канали для швидкого здійснення транзакцій поза ланцюгом, сайдчейни та драйвчейни для використання блокчейну Біткоїну без порушення основного ланцюга, шари для укладання смарт-контрактів в ланцюжку блоків Біткоїну.

На початку свого існування, Біткоїн використовувався для здійснення транзакцій цифрової валюти. Однак наразі його використання поширилося на широкий спектр секторів за межами фінансової сфери. Ключем до розуміння його потенціалу, не в останню чергу в публічному секторі, є розуміння того, в яких сферах технологія блокчейн може ефективно використовуватися в правових рамках. Наприклад, у дослідженні того, як можна застосувати технологію в управлінні земельним реєстром у Швеції, вказується на чотири потенційні переваги [6]:

- менша потреба в довірених третіх сторонах;
- кількість кроків та час, витрачені на виконання процедур, можуть бути значно скорочені;
- потреба в паперових копіях може бути значно зменшена;
- цифрові підписи спрощують процес автентифікації.

Повернемось до розгляду можливості використання технології блокчейн, як інформаційної інфраструктури. Інфраструктура ІКТ зазвичай розглядається як набір апаратних та програмних компонентів, включаючи мережі, необхідних для забезпечення зв'язку та взаємодії між системами ІКТ. Елементи технології блокчейн, включаючи консенсус та механізми безпеки, стають платформами для захисту документообігу та обміну іншими типами цифрових активів, поступово створюючи неоднорідні та зростаючі бази

користувачів [7]. Виникає проблема того, як підтримувати зворотну сумісність, а також горизонтальну еквівалентність у різних комбінаціях платформ.

Під інфраструктурою ІКТ розуміються насамперед технічні засоби. Однак зростання Інтернету, включаючи WWW, створило потребу в цілісному, соціотехнічному та еволюційному підході до вивчення мереж розподілених, але взаємопов'язаних інформаційних систем, які зазвичай визначаються, як інформаційна інфраструктура. Інформаційна інфраструктура – це спільна, відкрита, необмежена, неоднорідна соціотехнічна система, що постійно розвивається завдяки можливостям, які надають інформаційні технології, їх окремі користувачі та розробники, а також їх спільноти. Інфраструктура формується поетапно, різні учасники підтримують та розширюють її «окремими кроками, а не відразу чи глобально» [8]. Відсутність централізованого контролю є фундаментальною ознакою інформаційної інфраструктури.

При початковій розробці технології блокчейн не враховувалась можливість її використання, як платформи загального призначення. Але її відкритість та створення платформ блокчейну, що мають різноманітне призначення, чітко вказує на потенціал цієї технології для спільного використання. Управління інформаційною інфраструктурою є розподіленим та динамічним, потребує узгодження. Блокчейни, представлені, наприклад, Біткоїном, Ефіром (Ethereum) тощо, очевидно, можна назвати розподіленою технологією, оскільки головною метою їх розробки було уникнення централізованого контролю, так само як і Інтернет.

Однак між Інтернетом та блокчейнами є деякі принципові відмінності. Дизайн Інтернету, як глобальної системи взаємопов'язаних комп'ютерних мереж, що використовують набір протоколів Інтернету (TCP/IP) для зв'язку пристроїв у всьому світі, базувався на багаторівневій та модульній архітектурі. Це означає, що кожен рівень має обмежений набір можливостей та пропонує чітко визначений інтерфейс. Хоча технологію блокчейн можна

концептуально описати подібним чином, вона не відповідає деяким принципам, оскільки взаємодія на вищому рівні – рівні в стеку протоколів – не будується на ідентичній функціональності нижчого рівня, що може означати, що горизонтальна сумісність на кожному рівні неможлива, наприклад, між різними реалізаціями блокчейну.

Крім того, Інтернет базується на принципі наскрізної (end-to-end) роботи, який означає, що специфічні для програми функції знаходяться в кінцевих точках зв'язку, а не в проміжних вузлах. Це призводить до того, що кожен вузол є максимально простим та має мінімальну функціональність. Одним із наслідків є те, що функції безпеки, окрім тих, що необхідні для гарантування безпечної доставки IP-пакетів, не були частиною оригінального Інтернету, але тепер вони забезпечуються поверх протоколу TCP. Подібним чином функції безпеки, спрямовані на забезпечення якості даних не є частиною основної технології блокчейн, але мають бути реалізовані в кожній платформі. Немає загального стандарту для такої функції для різних випадків застосування блокчейну, наприклад, для криптовалют. Таким чином, якщо технологія блокчейн використовуватиметься, як основа інформаційної інфраструктури в сфері публічного управління, необхідна стандартизація.

Інтернет – це глобальна мережа, що складається з багатьох добровільно взаємопов'язаних автономних мереж, без центрального керівного органу. Стандартизація основних протоколів (IPv4 та IPv6) є задачею IETF, некомерційної організації добровільно пов'язаних міжнародних учасників, з якою будь-хто може налагодити взаємодію, надаючи технічну експертизу. Так само сумісність підтримується ICANN, що адмініструє основні простори імен в Інтернеті.

Блокчейни управляються дещо по-іншому, і модель управління відрізняється в різних системах блокчейну. Для Біткоїна поки що немає офіційних органів управління. Основні учасники спільноти – користувачі повного вузла, майнери, розробники, постачальники послуг, торговці – повинні погодити зміни, щоб вони були впроваджені. Філіппі та Лавлак [4]

розрізняють два різні механізми координації: управління, що походить від інфраструктури, що досягається за допомогою протоколу Біткоїн, та управління самою інфраструктурою. Саме останнє потребує консенсусу між основними стейкхолдерами. Вони дійшли висновку, що успіхи та невдачі минулих спроб управління Інтернетом варто взяти до уваги при розробці управління Біткоїном.

Особливе значення в інформаційній інфраструктурі має її встановлена база (installed base), що включає як технічні, так і нетехнічні елементи. Еволюція інформаційної інфраструктури залежить від існуючих технічних рішень разом з організаційними, економічними та правовими елементами, взаємопов'язаними практиками та правилами, які інституціоналізовані в організації. Адекватне розуміння встановлених баз особливо важливо при створенні інформаційної інфраструктури в органах влади, оскільки все більше інформаційних систем використовуються для надання публічних послуг онлайн, а динаміка, пов'язана з цими системами, часто вимагає як гнучкості, так і зворотної сумісності. Гансет та Лійтінен наголошують, що розуміння встановленої бази інформаційної інфраструктури має важливе значення для її управління, не в останню чергу для того, щоб існувала можливість працювати з існуючою колекцією успадкованих систем, які можуть бути перешкодою для інновацій [5].

Встановлена база технології блокчейн наразі обмежена, оскільки її застосування має коротку історію. Однак ми спостерігаємо зростаючу соціальну та технічну різноманітність, коли з'являються нові додатки та різні платформи, напри нові альткоїни, смарт-контракти, сайдчейни. Для порівняння, Інтернету знадобилося більше 20 років, щоб отримати визнання в більш широкому масштабі. Обмежена встановлена база може як стимулювати, так і гальмувати інновації. З одного боку, це може сприяти розробці та розповсюдженню нових додатків, оскільки існує небагато «технічних прив'язок», таких як застарілі системи. Тому нові користувачі можуть почати використовувати інноваційні рішення, якщо вони достатньо

привабливі або відповідають конкретним потребам. Зростання криптовалют та різноманітних електронних грошових систем наочно це ілюструє.

З іншого боку, відсутність зв'язків із наявною встановленою базою – наприклад, користувачами існуючих додатків у відповідних сферах, таких як платіжні системи, безпечна обробка документів, управління активами тощо, може означати, що існує мало стимулів для прийняття нових програм, заснованих на технології блокчейн, якщо вони не стануть більш привабливими. Гарною ілюстрацією є зростання Інтернету. З самого початку у нього не було застарілих платформ. З іншого боку, Інтернет виграв від використання існуючої інфраструктури ІКТ. Для технології блокчейн завдання полягає в тому, щоб стимулювати її розробку та використання, що завдяки мережевому ефекту призведе до створення достатньої встановленої бази, і в той же час дозволить отримати вигоду від існуючих елементів інфраструктури.

Гансет та Лійтінен [5] окреслили стратегію формування принципів та правил проектування, завдяки яким можливо досягнути вибраних цілей проектування. Вони є прикладом проблеми бутстрепінгу, тобто пошуку рішень на ранній стадії, які переконують користувачів прийняти їх, поки спільнота користувачів не сформована або є невеликою. Можливості інформаційної інфраструктури повинні задовольняти потреби перших користувачів, щоб виконати свою місію. Стратегія включає такі елементи:

- початкове проектування вирішує проблему корисності;
- використовується існуюча встановлена база;
- розширення встановленої бази відбувається за допомогою переконання.

Бутстрепінг інформаційних інфраструктур часто відбувається шляхом експериментів і, таким чином, відбувається залучення нових спільнот користувачів. Одним з показових прикладів є те, коли Тім Бернерс-Лі розробив перші служби WWW. Спочатку вони були призначені для задоволення потреб в обміні інформацією серед науковців, однак швидко

поширилися на зростаючу світову спільноту [8]. Таким чином, ми вважаємо, що подібний підхід до бутстрепінгу є ефективним для сприяння розвитку платформ на основі технології блокчейн. Незважаючи на те, що ця технологія ще не є зрілою, вона продемонструвала значні успіхи від використання невеликою кількістю людей на початку, до мільйонів сьогодні. Значний рівень інвестицій, що вказує на велику кількість стартапів, і розширення з точки зору різноманітності компонентів і послуг, доданих до технології, як, наприклад, Ефір та багато інших альткоїнів є одним з індикаторів успіху технології. Також ми вважаємо, що успішне використання технології блокчейн в публічному секторі одних країн, стимулюватиме розробки в цій сфері в публічному секторі інших країн.

Технологію блокчейн можна використовувати для різноманітних типів обміну інформацією, у яких беруть участь органи влади. Її механізми безпеки дозволяють впроваджувати широкий спектр процесів для реєстрації активів, інвентаризації та обміну інформацією щодо як матеріальних, так і нематеріальних активів, таких як патенти, ідеї, репутація, наміри, дані про стан здоров'я та інша інформація. Однак блокчейн не може замінити поточну технологію баз даних для зберігання інформації. Суть блокчейну полягає в тому, що організації можуть відстежувати загальний рух інформації та спільно створювати, розвивати та відстежувати незмінну історію транзакцій, визначати послідовність подій. Ці функції також пов'язані з деякими технічними проблемами, що стосуються конфіденційності.

У 2016 році Податкова адміністрація Норвегії реалізувала невеликий проєкт блокчейну, щоб краще зрозуміти технологію та дослідити її потенціал. У проєкті використовувалось підтвердження концепції (proof of concept) та приватний блокчейн. Метою проєкту було використання технології блокчейн для захисту документів, щоб зробити їх незмінними. Податкова адміністрація не мала системи, яка б певною мірою гарантувала оригінальність документів та доводила їх незмінність. Система працювала, як очікувалося.

Проте один із висновків полягав у тому, що незмінність документів може бути проблемою з точки зору конфіденційності та права бути забутим. Транзакції в блокчейні, принаймні у відкритому загальнодоступному блокчейні, не можуть бути видалені, і це може створити проблему для конфіденційності, яка регулюється Загальним регламентом захисту даних (GDPR). Податкова адміністрація не прийшла до висновку щодо стратегії блокчейну але продовжує досліджувати технологію як самостійно, так і разом з іншими державними установами.

Також Норвезьке управління праці та соціального забезпечення провело випробування технології блокчейн. Подібно до Податкової адміністрації, їхнє випробування також було способом краще ознайомитись з технологією. Вони скористались технологією приватного блокчейну для випадку, коли одержувачі соціального страхування повідомляли про зміну місця проживання. Технологія блокчейн використовувалася для контролю транзакцій у поточних процесах системи.

Управління прийшло до висновку, що технологія блокчейн підходить для потреб реплікованого, стійкого до збоїв, перевіреного та незмінного журналу транзакцій за участю сторін з обмеженою довірою одна до одної. Однак воно також прийшло до висновку, що якщо потрібно поділитися незмінним потоком подій, де вони контролюють доступ, існують простіші системи, що можуть вирішити цю проблему. Управління визнало потенціал технології блокчейн для майбутнього, але вважає, що продовжувати її впровадження ще рано.

Цей висновок також є домінуючою точкою зору респондентів в опитуванні, проведеному серед органів публічного сектора Норвегії. Основна мета опитування полягала в тому, щоб дізнатися, як ключові особи в державних установах дивляться на чотири нові технології: робототехніку, блокчейн, штучний інтелект, віртуальну та доповнену реальність. Респонденти визначили, що технологія блокчейн не готова до використання в публічному секторі.

Релевантною сферою використання технології блокчейн є права власності на землю. Технологія особливо корисна, коли записи про власність не зберігаються систематично або експлуатуюча організація не є надійною. У деяких країнах важко виявити право власності на землю. За допомогою використання блокчейну, кожна угода із земельною власністю буде зареєстрована. Технологія може запобігти маніпуляціям та втраті даних. Передача права власності на землю потребує підпису законного власника, для чого має бути підтвердження права власності, відсутність іпотеки на земельну власність, а також платіж від покупця продавцеві. Технологію блокчейн можна використовувати для захисту прав власника землі, для вирішення спорів, щоб переконатися, що право власності правильно передано та запобігти будь-яким несанкціонованим та шахрайським змінам.

Однак у випадку, якщо вхідні дані піддаються маніпуляціям і все ще відповідають умовам блокчейну, вони все одно будуть прийняті мережею та додані до блокчейну. Отже, блокчейн можна використовувати як один із інструментів для боротьби з корупцією в земельних реєстрах, але він повинен бути частиною ширшого інституційного середовища, включно з іншими інструментами для юридично коректного та відповідного адміністрування земельних реєстрів.

Естонія вважається однією з провідних країн світу, коли справа доходить до цифровізації в публічному секторі, не в останню чергу завдяки інноваційній основі системи X-Road. На додачу до системи X-Road урядом Естонії було створено прозорі сервіси, які дозволяють громадянам не лише легко отримувати доступ до власних даних, а й бачити, хто ще отримав доступ до їхніх даних та коли це відбувалось. Ця технологія була створена компанією GuardTime і заснована на основних хеш-функціях, які також є ключовими елементами технології блокчейн. Також в Естонії існує програма e-Residency, що є способом збільшити кількість мешканців країни без масової імміграції, й також є способом експорту технології електронного уряду.

Ще одним прикладом використання технології блокчейн в публічній сфері є її використання для безпечного зберігання дипломів про освіту. Рішення на основі блокчейну були розроблені та використані, наприклад, в Університеті Нікосії та Массачусетському технологічному інституті (МТІ). В МТІ було використано рішення BlockCert. Основною мотивацією було надати студентам можливість управляти власними даними. Система базується на стандарті Open Badge для представлення даних про вищу освіту та працює таким чином:

1. Університет публікує облікові дані студента в блокчейні, підписані власним цифровим сертифікатом.
2. Особа, відповідальна за підтвердження облікових даних студента, наприклад, потенційний роботодавець завантажує гаманець BlockCert Wallet.
3. Комп'ютерна програма обчислює хеш сертифіката SHA-256.
4. З блокчейну завантажується хеш.
5. Два хеші порівнюються.
6. Перевіряється підпис університету.
7. Програма перевіряє, чи сертифікат не було відкликано емітентом.

Хоча обидва університети є приватними, ця тема так само актуальна для державних університетів. Кейси перевірки дипломів про освіту також цікаві для інших типів облікових даних і ліцензій, тому їх можна розглядати як загальні випадки безпечної обробки документів.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Відкриті соціотехнічні платформи, які характеризують інформаційні інфраструктури, подібні до тієї, якою, на нашу думку, може стати технологія блокчейн, займають важливе місце в сучасному світі. За свою п'ятнадцятирічну історію, технологія блокчейн продемонструвала свій динамічний та інноваційний характер. Незважаючи на те, що закриті блокчейни можна успішно застосовувати в організаціях, повний потенціал технології можна реалізувати лише в контексті блокчейнів з необмеженим доступом, подібно до Інтернету. Відповідно, щоб отримати найбільшу вигоду

від технології, існує потреба у створенні міжорганізаційних рішень, що також можуть мати потенціал до використання у багатьох різних країнах. Тому, системи ІКТ, засновані на технології блокчейн, що передбачають децентралізоване та розподілене управління та контроль, пропонують надійні та гнучкі рішення для збереження цілісності даних, які представляють хеші у блокчейні.

Випадки попередніх спроб впровадження нових технологій підкреслюють важливість дотримання систематичного поетапного підходу задля отримання максимально повного досвіду перед впровадженням великомасштабних систем. В контексті публічного управління та електронного урядування, важливими є питання того, чи готові публічні організації досліджувати потенціал технології блокчейн, які існують основні бар'єри впровадження технології, які фактори впливають на те, чи слід взагалі застосовувати цю технологію у публічному секторі.

Література

1. Antonopoulos, Andreas, "Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies". San Francisco: O'Reilly, 2014, Pp. 101–121.
2. Crosby, Michael Pattanayak, Pratan Verma, Sanjeev and Vignesh Kalyanaraman, "Blockchain technology: Beyond bitcoin." Applied Innovation. 2016. 2. Pp. 6–10.
3. Filippi, Primavera, "Blockchain-based Crowdfunding: what impact on artistic production and art consumption?" Observatorio Itau Cultural. 2015. 19. Pp. 14–19.
4. Filippi, Primavera and Benjamin Loveluck, "The invisible politics of bitcoin: governance crisis of a decentralized infrastructure." Internet Policy Review. 2016. 5. Pp. 1–28.
5. Hanseth, Ole and Kalle Lyytinen, "Design theory for dynamic complexity in information infrastructures: the case of building internet." Journal of Information Technologies. 2010. 25. Pp. 1–19.
6. Lantmäteriet, "Future real estate trade through the blockchain." Oslo: Lantmäteriet pub. 2016. Pp. 5–17.

7. Olnes, Svein and Marijn Jansen, “Blockchain Technology as a Support Infrastructure in e-Government.” *eGov*. 2017. 11. Pp. 115–127.
8. Star, Susan Leigh and Karen Ruhleder, “Steps toward an ecology of infrastructure: Design and access for large information spaces.” *Information Systems*. 1996. 7. Pp. 111–134.
9. Valkenburgh, Peter, “Open Matters – Why Permissionless Blockchains are Essential to the Future of the Internet.” *Coin Center*. 2016. 1. Pp. 37–47.

References

1. Antonopoulos, A. M. (2014), *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies*. O’Reilly, San Francisco, USA, pp. 101–121.
2. Crosby, M. Pattanayak, P. Verma, S. and Kalyanaraman, V. (2016), “Blockchain technology: Beyond bitcoin”, *Applied Innovation*, vol. 2, pp. 6–10.
3. Filippi, P. (2015), “Blockchain-based Crowdfunding: what impact on artistic production and art consumption?”, *Observatorio Itau Cultural*, vol. 19, pp. 14–19.
4. Filippi, P. and Loveluck, B. (2016), “The invisible politics of bitcoin: governance crisis of a decentralized infrastructure”, *Internet Policy Review*, vol. 5, pp. 1–28.
5. Hanseth, O. and Lyytinen, K. (2010), “Design theory for dynamic complexity in information infrastructures: the case of building internet”, *Journal of Information Technologies*, vol. 25, pp. 1–19.
6. Lantmäteriet (2016), “Future real estate trade through the blockchain”, *Lantmäteriet pub.*, pp. 5–17.
7. Olnes, S. and Jansen, M. (2017), “Blockchain Technology as a Support Infrastructure in e-Government”, *eGov*, vol. 11, pp. 115–127.
8. Star, S.L. and Ruhleder, K. (1996), “Steps toward an ecology of infrastructure: Design and access for large information spaces”, *Information Systems*, vol. 7, pp. 111–134.
9. Valkenburgh, P. (2016), “Open Matters – Why Permissionless Blockchains are Essential to the Future of the Internet”, *Coin Center*, vol. 1, pp. 37–47.