

Б. В. Дзюндзюк,
к. держ. упр.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9066-2849>

DOI: 10.32702/2306-6814.2023.10.121

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН У ПУБЛІЧНОМУ ВРЯДУВАННІ

B. Dziundziuk,
PhD in Public Administration

USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN PUBLIC GOVERNANCE

У статті досліджено вплив технології блокчейн на публічне врядування. З'ясовано, що з одного боку блокчейн забезпечує прозорість та можливість підтверджувати автентичність даних, і, таким чином, знижує транзакційні витрати та підвищує ефективність публічних послуг, а з іншого — дозволяє здійснювати транзакції децентралізовано, завдяки чому органи влади втрачають централізований вплив на публічні послуги.

Визначено, що існує три підходи до інтеграції блокчейну у публічне врядування. Перший стосується створення інформаційної інфраструктури блокчейну. Другий підхід стосується операційних процесів управління блокчейном та охоплює вибір технічного дизайну та алгоритмів, які впливають на обмін інформацією, транзакції та взаємодію між користувачами. В рамках третього підходу блокчейн розглядається як технологія управління, що дозволяє впроваджувати політичні рішення завдяки децентралізованим, алгоритмічним та автоматизованим формам управління.

Визначено, що підходи до інтеграції можна віднести до мікро-, мезо- та макрорівня управління. Управління на мікрорівні стосується вибору архітектури блокчейну, програмних рішень, що мають бути створені на її основі та інтеграції блокчейну в існуючу ІТ інфраструктуру публічних організацій. Управління на мезорівні стосується групових рішень та поведінки користувачів. Управління на макрорівні стосується інституційного рівня в конкретному політико-адміністративному середовищі.

The article examines the impact of blockchain technology on public governance. It was found that, on the one hand, blockchain provides transparency and the ability to confirm the authenticity of data, and thus reduces transaction costs and increases the efficiency of public services, and on the other hand, it allows transactions to be carried out decentralized, due to which authorities lose centralized influence on public services.

It was found that there are three approaches to integrating blockchain into public governance. The first one concerns the creation of blockchain information infrastructure. The second one concerns the operational processes of blockchain management and covers the choices of technical design and algorithms that affect information exchange, transactions and interaction between users. As part of the third approach, blockchain is seen as a governance technology that enables policy decisions to be implemented through decentralized, algorithmic, and automated forms of governance.

It was determined that the approaches to integration can be attributed to the micro-, meso— and macro-level of management. Micro-level management refers to the choice of blockchain architecture, software solutions to be built on its basis, and the integration of blockchain into the existing IT infrastructure of public organizations. Meso-level management deals with group decisions and user behavior. Management at the macro level refers to the institutional level in a specific political and administrative environment.

It was noted that blockchain management in the public sector involves design decisions regarding infrastructure architecture, application architecture, decision-making mechanism, incentive mechanism, consensus mechanism, accountability and governance controls. Policymakers and developers of blockchain systems need to think about the relationships between levels of governance and assess the implications of choices at one level for other levels of governance. For example, a possible policy goal of enhancing trust in policy-making may require a more decentralized form of governance, which in turn may influence choices at the micro— and meso-levels of governance. Legislative, market, political-administrative and socio-technological conditions in certain areas, for example, health care, security, education, may emphasize certain choices in blockchain governance. Also, an interdisciplinary, holistic approach to issues of combining public administration and the field of information technology is important, since the future of blockchain technology in the public sector depends on the synthesis of technological, political, social, managerial and legal solutions.

Ключові слова: публічне управління, публічний сектор, блокчейн, публічне врядування, електронне урядування, криптовалюта.

Key words: public administration, public sector, blockchain, public governance, e-governance, cryptocurrency.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

З 2008 року технологія блокчейн розвивалась, як технологія загального призначення та вона застосовується у різних сферах, особливо в тих, де в системі відносин між учасниками існує проблема довіри. Цифрова валюта та платежі, реєстрація землі, ідентифікація громадян, нотаріальне засвідчення документів, відстеження ланцюгів поставок, охорона здоров'я, освіта, реєстрація компаній, управління даними, аудит, оподаткування, голосування та управління юридичними особами — лише деякі сфери, де технологія блокчейн активно впроваджується для надання публічних послуг. Незважаючи на широкий інтерес, фактичне впровадження технології в публічному секторі залишається обмеженим та йому не властиве масштабування, навіть в рамках окремих країн. До проблем впровадження технології можна віднести відсутність регулювання, проблеми безпеки та конфіденційності, відсутність сумісної інфраструктури, неефективні та енергозатратні транзакції в мережі блокчейн, потреба в зміні управлінських процесів та відсутність ефективних моделей управління, здатних інтегрувати технологію.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питання щодо використання технології блокчейн у публічному секторі розглядаються у працях багатьох українських і зарубіжних науковців, зокрема, таких як М. Атцорі, О. Балан, Р. Бек, В. Воробець, К. Вербах,

В. Дрешпак, Р. Мазур, С. Олнес, Дж. Убахт, П. Філіппі, П. Чан та ін. Проте все ще недостатньо уваги приділено аналізу сумісності технології та процесів в існуючих організаціях у публічному секторі.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є аналіз того, як можна інтегрувати технологію блокчейн у публічне врядування.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Згідно з багатьма дослідженнями, інтеграція технології блокчейн у врядування є ключовою проблемою для впровадження блокчейну в цілому в публічному секторі [2, 8]. Найважливішою особливістю цієї технології в контексті публічного врядування є створення довіри до процесів управління без потреби в довіреній третій стороні, тому розуміння того, чим управляти, чи не управляти та як саме це робити, є фундаментальним для впровадження технології блокчейн в публічному секторі. Які потрібні в публічному секторі управлінські рішення для розробки системи на основі блокчейну та як контекстуальні фактори в ньому формують доступний набір управлінських рішень стосовно блокчейну — ці два питання є одними з основних.

Блокчейн є частиною технологій розподіленого реєстру, які дають користувачам впевненість у тому, що інформація, яка зберігається, не була підроблена [3]. Основна відмінність між блокчейном та розподіленим реєстром полягає в тому, що останній є технологією для управління розподіленою базою даних, тоді як перший є технологією зміцнення довіри за допомогою ме-

ханізмів консенсусу та послідовного збереження інформації у вигляді ланцюга. Теоретично, створюючи автономну, прозору та безпечну розподілену систему, блокчейн робить можливим усунення посередників у публічному управлінні, замінюючи їх алгоритмічною системою довіри [6]. Саме ця технологічна особливість блокчейну робить управління блокчейном суперечливим та заплутаним для публічного сектору.

З цього приводу в літературі зустрічаються дві різні точки зору. Перша точка зору полягає в тому, що блокчейн забезпечує прозорість та можливість підтверджувати автентичність даних, і, таким чином, знижує транзакційні витрати та підвищує ефективність публічних послуг [3]. Друга точка зору полягає в тому, що блокчейн дозволяє здійснювати транзакції децентралізовано, завдяки чому органи влади втрачають централізований вплив на публічні послуги [2].

Як у блокчейнах, в яких допустимими є транзакції від усіх користувачів, так і у тих, в яких лише певні користувачі можуть їх здійснювати, правила здійснення транзакцій встановлюються на етапі проектування, і для прийняття рішення щодо їх зміни, необхідною є згода усіх користувачів. Крім того, блокчейни можуть підтверджувати справжність транзакції, але те, чи є вхідні дані справжніми та чи правила здійснення транзакцій встановлені справедливо, не входить у технічну сферу блокчейну. Таким чином, отримуємо два основоположні питання в контексті врядування для впровадження технології блокчейн у публічному секторі — хто буде уповноважений вносити зміни в систему та якими мають бути правила та процедури, яких слід дотримуватися для зміни системи. Це створює певне протиріччя між врядуванням та технологією, оскільки вирішення зазначених питань призводить до того, що блокчейн втрачає властивість децентралізованої автономної системи та довірений центральний орган забезпечує дотримання правил роботи мережі [11].

В наукових джерелах існує три підходи до інтеграції блокчейну у публічне врядування. Перший стосується створення інформаційної інфраструктури блокчейну [4]. В ньому управління блокчейном враховується в технічному дизайні інфраструктури блокчейну, а дослідження зосереджені на з'ясуванні того, як різні рішення розробників систем щодо архітектури блокчейну, програмних додатків та технічних стандартів формують управління блокчейном. Цей підхід до управління блокчейном іноді концептуалізується як "управління за допомогою блокчейну" або "управління за допомогою інфраструктури".

Другий підхід стосується операційних процесів управління блокчейном та охоплює вибір технічного дизайну та алгоритмів, які впливають на обмін інформацією, транзакції та взаємодію між користувачами [5]. Прийняття рішень за допомогою методів блокчейну та механізми консенсусу знаходяться в центрі уваги цього підходу. Також деякі дослідники концептуалізують його як "управління блокчейном" [8] або "управління інфраструктурою" [5].

В рамках третього підходу блокчейн розглядається як технологія управління, що дозволяє впроваджувати політичні рішення завдяки децентралізованим, алгоритмічним та автоматизованим формам управління [1]. Для

нього важливими є регулювання, організація та контроль системи, заснованої на блокчейні, у певній інституційній структурі.

Цікаво, що всі три підходи можна віднести відповідно до мікро-, мезо- та макrorівня управління. Поділ на три рівні часто використовуються в соціальних науках для класифікації предметів дослідження відповідно до розміру, масштабу або розташування. У науці про публічне управління ці рівні в основному відповідають прийняттю рішень та взаємодії на індивідуальному, організаційному та інституційному рівнях [10]. Управління на мікрорівні стосується вибору архітектури блокчейну, програмних рішень, що мають бути створені на її основі та інтеграції блокчейну в існуючу ІТ інфраструктуру публічних організацій. Управління на мезорівні стосується групових рішень та поведінки користувачів. Управління на макrorівні стосується інституційного рівня в конкретному політико-адміністративному середовищі. Далі розглянемо більш детально, як блокчейн інтегрується у кожен з трьох рівнів управління.

Блокчейни можуть бути такими, що потребують від користувачів дозволу на внесення змін, або такими, що не потребують, а також бути публічними або приватними. Різниця між публічними та приватними блокчейнами полягає в тому, хто володіє інфраструктурою даних. Різниця між системами без дозволів і системами з дозволами полягає в обмеженнях, накладених на учасників мережі щодо функцій читання, запису та перегляду транзакцій. У першому випадку будь-хто може стати учасником мережі та перевіряти транзакції, що відбуваються на платформі, а в другому лише певні організації мають право перевіряти транзакції.

У публічному секторі вибір блокчейну вимагає пошуку компромісів щодо, наприклад, конфіденційності, пропускну здатності, безпеки тощо, та впливу на інші рівні управління, наприклад, прийняття рішень серед учасників мережі, публічної організації. Вибір того, чи іншого рішення, залежить від контексту та не обов'язково повинен мати однакове значення для всіх типів організацій публічного сектору. Наприклад, конфіденційність транзакцій та безпека інфраструктури даних можуть бути найважливішими факторами для таких організацій публічного сектору, як служби безпеки, розвідки, військові організації. Тоді як для інших головною мотивацією може бути прозорість та незмінність загальнодоступних блокчейнів. Подібним чином, вища пропускну здатність та масштабованість є життєво важливими для підприємств, але в публічному секторі часто обсяг транзакцій та кількість користувачів залежать від сфери публічних послуг, що є більш передбачуваною, ніж сфера комерційних послуг. Така передбачуваність може дозволити заздалегідь визначити масштабованість та потреби в пропускну здатності.

Інфраструктура блокчейну сильно залежить від обраної на початку його впровадження архітектури, що впливає на перелік допустимих функцій, які можна виконати з його допомогою. Однак набір функцій можна змінити за допомогою децентралізованих програм та смарт-контрактів. Децентралізовані програми — це цифрові додатки або програми з відкритим вихідним кодом, які існують та працюють у блокчейні або мережі комп'ютерів P2P. За допомогою них користувачі можуть

отримати доступ до мереж блокчейну та взаємодіяти з іншими користувачами. Кожна програма має певні переваги та недоліки, що робить вибір конкретної програми по суті управлінським рішенням.

Смарт-контракти — це механізми, які містять цифрові активи двох або більше залучених сторін, де активи розподіляються автоматично відповідно до попередньо визначених дій у відповідь, коли виконуються умови запуску [7]. Децентралізовані програми отримують доступ до мережі блокчейну через смарт-контракти, які забезпечують виконання договору між двома сторонами. Завдяки поєднанню смарт-контрактів та децентралізованих програм можна створити децентралізовані автономні організації, де операційні правила заcodedовані у блокчейні у формі смарт-контрактів, і такі організації можуть працювати автономно або напівавтономно без централізованого контролю чи втручання третьої сторони. Ці нові форми організації можуть змінити механізми контролю та координації в публічному управлінні. Наприклад, підрозділи, що спеціалізуються на впорядкуванні, регулюванні та управлінні мережею, можуть бути замінені децентралізованими автономними організаціями. Крім того, нові форми управлінських домовленостей з неурядовими організаціями можуть бути створені як децентралізовані автономні організації, щоб замінити традиційні форми державно-приватного партнерства та механізми спільного управління.

Управління на мезорівні стосується взаємодії між учасниками мережі. Система, заснована на блокчейні, базується на взаємодії між різними типами користувачів, такими як майнери, верифікатори (або оператори вузлів), розробники, власники токенів, виробники контенту та користувачі мережі. Управлінські рішення на мезорівні впливають на те, як відбувається процес взаємодії між цими учасниками, які типи механізмів стимулювання підтримують систему та як механізми консенсусу впливають на роль акторів в управлінні блокчейном.

Механізм прийняття рішень відрізняється між процесами управління в ланцюжку (on-chain) та поза ним (off-chain) [9]. При взаємодії в ланцюжку зацікавлені сторони беруть участь в обговореннях та прийнятті рішень через сам протокол блокчейну, і коли рішення приймається через процедуру голосування, протокол автоматично адаптує рішення. У управлінні в ланцюжку спосіб взаємодії та прийняття рішень заcodedовано безпосередньо в базовій інфраструктурі. Наприклад, під час впровадження протоколів активації softfork для Bitcoin, майнери використовували засоби управління в ланцюжку, щоб сигналізувати про свою підтримку запропонованого оновлення. Коли 95% блоків сигнализують про підтримку оновлення, зміни застосовуються автоматично через короткий проміжок часу. Сильна сторона управління в ланцюжку полягає в його механізмі примусового виконання — коли рішення узгоджено, воно реалізується відповідно до правил, вбудованих у код. Більшість, яка перемагає, визначає функціонування системи, і це створює ризик відштовхнути тих, хто проти. Це можна назвати мажоритарною демократією, яку часто критикують як недемократичну або меншу форму демократії.

Управління поза ланцюгом відноситься до процесів обговорення протоколу, які сприяють роботі та розвитку систем на основі блокчейну. Наприклад, розробники Bitcoin діляться своїми пропозиціями щодо вдосконалення через список розсилки, а Ethereum збирає пропозиції щодо вдосконалення на Github. Майнери можуть вирішити, чи застосовувати пропозиції щодо вдосконалення на практиці. Хоча керування поза мережею є більш демократичною альтернативою та допускає поступову адаптацію, воно зберігає невід'ємний ризик безпеки в системах, що не потребують дозволів для участі. Майнери не обов'язково мають технічну експертизу для оцінки пропозицій. Таким чином, спочатку корисна на вигляд модифікація програмного забезпечення, ініційована зловмисниками, може створити ризики безпеки в майбутньому.

Обидва процеси управління передбачають компроміси для розробників системи та публічних організацій. Управління в ланцюжку забезпечує компроміс між ефективним прийняттям рішень та процесами змін, водночас підвищуючи ризик створити дестабілізацію через політичний дисонанс. Управління поза ланцюгом забезпечує компроміс між посиленням політичного консенсусу в процесі прийняття рішень та процесів змін, водночас роблячи безпеку системи вразливою до деструктивної поведінки майнерів. Також можуть існувати гібридні системи, де деякі рішення приймаються за допомогою процесів у ланцюзі, тоді як інші можуть прийматися за допомогою процесів поза ланцюгом. Крім того, залежно від протоколу блокчейну, деякі учасники можуть мати право вето на певні рішення, або деякі рішення можуть бути відкритими для голосування лише певним учасникам.

Оскільки основною доданою цінністю блокчейну є встановлення довіри до процесів там, де її бракує, для механізмів прийняття рішень може знадобитися визначити пріоритетність залучення відповідних учасників та підвищення рівня прозорості в розробці та роботі блокчейн-додатків. Для цього в управлінні блокчейном може існувати спеціальний рівень, на якому розробники, зацікавлені сторони та громадськість обговорюють політичні та функціональні наслідки виборів тих, чи інших елементів дизайну системи. Обговорення, які відбуваються на цьому рівні, можуть сприяти процесам у ланцюзі для створення політично легітимного процесу. Має бути створено інклюзивний механізм прийняття рішень, який забезпечує легітимність в управлінні блокчейном.

Що стосується механізму заохочення для забезпечення безперервної участі користувачів в обслуговуванні мережі, то, наприклад, і в блокчейні Bitcoin, і в Ethereum, цей механізм покладається на грошову винагороду у вигляді криптовалюти блокчейну. Для організацій публічного сектору використання грошових стимулів для залучення користувачів може створити етичні та політичні проблеми, однак не всі механізми стимулів мають використовувати грошову цінність криптовалюти. Наприклад, розподіл токенів та рейтинг репутації, які надають користувачам розширений доступ до функцій платформи та зважені права голосу в процесах прийняття рішень, можуть бути вагомими немонетизованими винагородами.

Механізм консенсусу лежить в основі систем на основі блокчейну для координації децентралізованих дій користувачів у вирішенні того, яку інформацію можна додати до блокчейну. Існують різні механізми консенсусу, але більшість блокчейнів покладаються або на консенсус Накамото — підтвердження роботи (proof-of-work), який пов'язує можливості майнінгу з обчислювальною потужністю, або на візантійський консенсус, який використовує підтвердження частки (proof-of-stake). Існують також системи підтвердження повноважень (proof-of-authority), де менша кількість вузлів виконує роль валідаторів транзакцій.

Кожен із цих механізмів консенсусу має переваги та недоліки порівняно з іншими, і їх спорідненість із децентралізованими чи централізованими структурами управління різна. Підтвердження роботи здебільшого використовується в загальнодоступних блокчейнах, які не потребують окремих дозволів для участі, таких як Bitcoin та Ethereum, де користувачі перевіряють транзакції, вирішуючи складні математичні задачі за допомогою обчислювальної потужності апаратного забезпечення. Перевага цього механізму полягає в його стабільності щодо стримування кібератак при збереженні розподіленого управління системою. Однак його супроводжує вразливість до атаки 51%, висока вартість енергії і низька пропускна здатність. Зокрема, збільшення навантаження на навколишнє середовище через високу потребу в енергії для систем на основі підтвердження роботи зменшує ймовірність того, що їм буде віддано перевагу у проєктах публічного сектора.

У механізмі підтвердження частки потужність вузлів визначається у пропорції токенів (монет), які вони мають, а не їхніми обчислювальними потужностями. Оператори вузлів блокують частку токенів за право брати участь у створенні блоку, а вузли з більшою кількістю токенів мають вищі шанси бути обраними для перевірки транзакцій. Комісія за транзакцію сплачується оператору вузла в обмін на перевірку транзакції. У разі шахрайських транзакцій або будь-якої неправомірної поведінки вузол втрачає право брати участь у стейкінгу. Перевага цього механізму полягає в тому, що він менш сприйнятливий до атаки 51% і має більшу масштабованість із вищою пропускною здатністю транзакцій. Але вважається менш безпечним, ніж повністю децентралізовані системи з підтвердженням роботи.

У системах із підтвердженням повноважень, на відміну від попередніх двох, особа валідатора відома. Перевага такого механізму полягає в тому, що система із ним може досягти значно вищої пропускної здатності завдяки меншій кількості валідаторів, і також він підходить як для приватних, так і для публічних мереж. Однак недоліком є те, що рівень безпеки значно нижчий від інших механізмів, тому допускається використання лише валідованих вузлів. Таким чином, алгоритмічна довіра, типова для Bitcoin або Ethereum, не присутня в блокчейні на основі підтвердження повноважень, а для вибору вузла необхідним є певний рівень довіри.

Відмінності між механізмами консенсусу також впливають на роль користувачів в управлінні блокчейном та інтеграцію технології в публічне управління. Наприклад, механізми підтвердження роботи або підтвердження частки надають користувачам і майнерам роль

обов'язкового елемента система і роблять їх незамінними для забезпечення безперервності, безпеки та актуальності системи. В обох цих механізмах користувачі є учасниками процесів управління блокчейном. В механізмі підтвердження повноважень користувачі є бенефіціарами системи, тоді як деякі організації відіграють роль надавача публічних послуг.

Управління на макрорівні стосується того, як правила та норми, що впливають із конституційних, культурних, історичних та правових засад певної інституції, впливають на організацію, підзвітність та контроль системи, заснованої на блокчейні, у реалізації цілей політики. Щодо розподілу ролей у прийнятті рішень в мережі блокчейн можна виділити чотири різні підходи до управління, а саме централізований, напівцентралізований (або гібридний), поліцентричний та децентралізований.

Централізоване управління передбачає наявність певної групи людей або організацій, що приймає управлінські рішення, а процеси прийняття рішень можуть бути організовані за допомогою процесів як поза ланцюгом, так і в ланцюзі. При напівцентралізованому або гібридному управлінні певні управлінські рішення, наприклад, розв'язання конфліктів, приймаються лише централізованою радою директорів, а деякі інші, наприклад, щодо мережі користувачів або функцій платформи, можуть прийматися завдяки додатковим голосуванням користувачами платформи. При поліцентричному управлінні різні групи учасників — майнери, розробники, вузли — виконують різні ролі та обов'язки в управлінні блокчейном, а управління загалом вимагає врахування того, що роблять усі сторони. При децентралізованому управлінні процесами управління не домінує окремий суб'єкт чи група суб'єктів, а рішення приймаються більшістю користувачів, що є учасниками мережі блокчейн, або через процеси голосування в ланцюжку, або через скоординовані дії майнінгу. В цьому випадку процес голосування та відкритість пропозицій для громадськості можуть впливати на децентралізований характер структури управління. Крім того, у децентралізованих системах з відкритим вихідним кодом пропозиції щодо вдосконалення та децентралізовані програми можуть використовуватись безпосередньо користувачами мережі без втручання посередників, наприклад, розробників.

Важливо підкреслити, що певні організаційні структури можуть мати різну приналежність до конкретних рішень управління на мікро- або мезорівнях. Наприклад, централізоване управління може бути більш придатним для систем на основі блокчейну, що потребують окремих дозволів для участі, а поліцентричне або децентралізоване управління може бути більш придатним для систем, що не потребують дозволів. Механізм підтвердження повноважень може бути більш придатним для напівцентралізованих систем, а механізми підтвердження частки та підтвердження роботи можуть бути більш придатними для поліцентричних або децентралізованих систем. Також можливо, що владні відносини акторів можуть змінити структуру управління, яка спочатку виглядала інакше, на іншу. Наприклад, якщо в процесах управління в ланцюжку в системах на основі підтвердження роботи або підтвердження частки домі-

нують кілька великих операторів, які контролюють більшість ресурсів майнінгу, початкова децентралізована структура управління може діяти як напівцентралізована або поліцентрична структура управління. Або, якщо в процесах управління поза ланцюгом домінують кілька спеціалізованих впливових гравців, централізована структура управління може діяти як напівцентралізована або поліцентрична структура.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Отже, ми розглянули як контекстуальні фактори в публічному секторі впливають на інтеграцію технології блокчейн у публічне управління. Управління блокчейном у публічному секторі передбачає проєктні рішення щодо архітектури інфраструктури, архітектури додатків, механізму прийняття рішень, механізму стимулів, механізму консенсусу, підзвітності та контролю управління. Розробникам політики та розробникам систем блокчейну необхідно подумати про взаємозв'язки між рівнями управління та оцінити наслідки вибору на одному рівні для інших рівнів управління. Наприклад, можлива мета політики — зміцнення довіри до формування політики, може вимагати більш децентралізованої форми управління, яка у свою чергу може впливати на вибір на мікро- та мезорівнях управління. Законодавчі, ринкові, політико-адміністративні та соціально-технологічні умови в окремих сферах, наприклад, охорона здоров'я, безпека, освіта, можуть акцентувати увагу на певному виборі в управлінні блокчейном. Також міждисциплінарний, цілісний підхід до питань поєднання публічного управління та сфери інформаційних технологій є важливим, оскільки майбутнє технології блокчейн у публічному секторі залежить від синтезу технологічних, політичних, соціальних, управлінських та правових рішень.

Тому подальшим напрямом досліджень з даної проблематики має стати аналіз кейсів практичного впровадження технології блокчейн у публічних організаціях.

Література:

1. Allen, Darcy Berg, Chris Lane, Aaron and Jason Potts, "Cryptodemocracy and its institutional possibilities," *The Review of Austrian Economics*. 2020. 33. Pp. 363—374.
2. Atzori, Marcella, "Blockchain technology and decentralized governance: Is the state still necessary?" *Journal of Governance and Regulation*. 2017. 6. Pp. 45—62.
3. Beck, Roman Muller-Bloch, Christoph and John Leslie King, "Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda." *Journal of the Association for Information Systems*. 2018. 19. Pp. 1020—1034.
4. Ertz, Myriam and Emilie Boily, "The rise of the digital economy: Thoughts on blockchain technology and cryptocurrencies for the collaborative economy." *International Journal of Innovation Studies*. 2019. 3. Pp. 84—93.
5. Filippi, Primavera and Benjamin Loveluck, "The invisible politics of bitcoin: Governance crisis of a decentralised infrastructure." *Internet Policy Review*. 2016. 5. Pp. 237—245.

6. Filippi, Primavera Mannan, Morshed and Wessel Reijers, "Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance." *Technology in Society*. 2020. 62. Pp. 174—284.

7. Governatori, Guido Idelberger, Florian Milosevic, Zoran and Regis Riveret, "On legal contracts, imperative and declarative smart contracts, and blockchain systems." *Artificial Intelligence and Law*. 2018. 26. Pp. 377—409.

8. Olnes, Svein Ubacht, Jolien and Marijn Janssen, "Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing." *Government information quarterly*. 2017. 34. Pp. 355—364.

9. Reijers, Wessel Wuisman, Iris Mannan, Morshed and Primavera Filippi, "Now the code runs itself: On-chain and off-chain governance of blockchain technologies." *Topoi*. 2018. 37. Pp. 101—117.

10. Roberts, Alasdair, "Bridging levels of public administration: How macro shapes Meso and Micro." *Administration and Society*. 2020. 52. Pp. 631—656.

11. Werbach, Kevin, "The blockchain and the new architecture of trust". Cambridge: The MIT Press, 2018.

References:

1. Allen, D. Berg, C. Lane, A. M. and Potts, J. (2020), "Cryptodemocracy and its institutional possibilities", *The Review of Austrian Economics*, vol. 33, pp. 363—374.
 2. Atzori, M. (2017), "Blockchain technology and decentralized governance: Is the state still necessary?", *Journal of Governance and Regulation*, vol. 6, pp. 45—62.
 3. Beck, R. Muller-Bloch, C. and King, J. L. (2018), "Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 19, pp. 1020-1034.
 4. Ertz, M. and Boily, E. (2019), "The rise of the digital economy: Thoughts on blockchain technology and cryptocurrencies for the collaborative economy", *International Journal of Innovation Studies*, vol. 3, pp. 84—93.
 5. Filippi, P. and Loveluck, B. (2016), "The invisible politics of bitcoin: Governance crisis of a decentralised infrastructure", *Internet Policy Review*, vol. 5, pp. 237—245.
 6. Filippi, P. Mannan, M. and Reijers, W. (2020), "Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance", *Technology in Society*, vol. 62, pp. 174—284.
 7. Governatori, G. Idelberger, F. Milosevic, Z. and Riveret, R. (2018), "On legal contracts, imperative and declarative smart contracts, and blockchain systems", *Artificial Intelligence and Law*, vol. 26, pp. 377—409.
 8. Olnes, S. Ubacht, J. and Janssen, M. (2017), "Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing", *Government information quarterly*, vol. 34, pp. 355—364.
 9. Reijers, W. Wuisman, I. Mannan, M. and Filippi, P. (2018), "Now the code runs itself: On-chain and off-chain governance of blockchain technologies", *Topoi*, vol. 37, pp. 101—117.
 10. Roberts, A. (2020), "Bridging levels of public administration: How macro shapes Meso and Micro", *Administration and Society*, vol. 52, pp. 631—656.
 11. Werbach, K. (2018), *The blockchain and the new architecture of trust*, The MIT Press, Cambridge, USA.
- Стаття надійшла до редакції 08.05.2023 р.*