

Розділ 1

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ

DOI: <http://doi.org/10.26565/1727-6667-2022-1-01>
УДК 351:004(477)

Дзюндзюк Вячеслав Борисович

доктор наук з державного управління, професор,
завідувач кафедри публічної політики
Навчально-наукового інституту «Інститут державного управління»
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0622-2600>
e-mail: vbdzun@gmail.com

Дзюндзюк Борис В'ячеславович

кандидат наук з державного управління,
Навчально-науковий інститут «Інститут державного управління»
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9066-2849>
e-mail: zhandarmvssofen@gmail.com

РЕАЛІЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ В ОРГАНАХ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ

Анотація. Останнім часом у багатьох сферах спостерігається великий інтерес до управління системами на базі блокчейну, що ґрунтується на комп'ютерних науках, економіці та праві, але література все ще знаходиться в зародковому стані. Публічний сектор став однією зі сфер застосування технологій блокчейн, в якій уряди та інші актори оголосили про понад дві сотні випадків їх використання по всьому світу. Проте незважаючи на широкий інтерес, фактичне впровадження блокчейн-технологій в публічному секторі залишається обмеженим. Попередні дослідження висвітлили кілька проблем впровадження, таких як брак регулювання, безпеки та конфіденційності, недостатність або відсутність сумісної інфраструктури, неефективні та енергозатратні транзакції, потреба в змінах адміністративних процесів, і останнє, але не менш важливе, відсутність ефективних моделей управління. Тому метою статті є визначення того, які управлінські рішення потрібні для розробки систем на основі блокчейну в органах публічної влади і яким чином контекстуальні чинники в публічному секторі можуть формувати доступний вибір в управлінні блокчейном.

Аналіз літератури показав, що рішення щодо управління блокчейном у публічному секторі слід аналізувати на мікро-, мезо- та макрорівнях. При цьому управлінські рішення на одному рівні не є окремими, а натомість є взаємопов'язаними рівнями управління блокчейном.

Було визначено, що управління блокчейном у публічному секторі передбачає проектні рішення щодо архітектури інфраструктури, архітектури додатків, сумісності, механізму прийняття рішень, механізму стимулів, механізму консенсусу, організації, підзвітності та контролю управління.

Було зроблено кілька ключових висновків для розробників систем і осіб, які приймають рішення, зацікавлених у застосуванні рішень на основі блокчейну в публічному управлінні. По-перше, розробникам політики та системним розробникам необхідно подумати про взаємозв'язки між рівнями управління та оцінити наслідки вибору на одному рівні для інших рівнів управління. По-друге, законодавчі, ринкові, політико-адміністративні та соціально-технологічні рамкові умови в окремих галузевих сферах (наприклад, охорона здоров'я, безпека, освіта) можуть акцентувати увагу на певному виборі в управлінні блокчейном. По-третє, використання блокчейн-технологій у публічному секторі, залежить від рівня довіри до органів публічної влади з боку суспільства. Тому доцільними є подальші дослідження щодо з'ясування зв'язку між довірою до органів публічної влади та вибором політик щодо створення структур управління на основі блокчейну.

Ключові слова: *публічне управління, органи публічної влади, блокчейн, блокчейн-технології, публічний сектор, управлінські рішення.*

Як цитувати: Дзюндзюк В. Б., Дзюндзюк Б. В. Реалізація управлінських рішень для впровадження блокчейн-технологій в органах публічної влади. *Теорія та практика державного управління*. 2022. Вип. 1 (74). С. 7–21. <http://doi.org/10.26565/1727-6667-2022-1-01>

Вступ. Минуло більше десяти років після основоположної статті Накамото [16], у якій він представив біткойн і технологію, що лежить в його основі, тобто блокчейн. З 2008 року блокчейн розвинувся як технологія загального призначення та знайшов різні сфери застосування, де в системі транзакцій спостерігається проблема «довіри». Останнім часом зростає інтерес до управління системами на базі блокчейну, що ґрунтується на комп'ютерних науках, економіці та праві, але література все ще знаходиться в зародковому стані. Публічний сектор став однією зі сфер застосування технологій блокчейн, в якій уряди та інші актори оголосили про понад дві сотні випадків їх використання по всьому світу. Цифрова валюта/платежі, реєстрація землі, нотаріальні посвідчення, відстеження ланцюга поставок, охорона здоров'я, освіта, реєстрація компаній, управління даними, аудит, енергетичний ринок, оподаткування, голосування та управління юридичними особами – це лише деякі сфери, де блокчейн зараз тестується для публічних послуг.

Але враховуючи багатогранний і міждисциплінарний характер викликів управління, органам публічної влади особливо складно вирішити, коли блокчейн є прийнятною технологією в публічному управлінні та як можна керувати публічними послугами на основі блокчейну. Міждисциплінарний, цілісний підхід до цих питань є важливим, оскільки майбутнє блокчейн-технологій у публічному секторі

рі залежить від синтезу технологічних, політичних, соціальних, управлінських та правових рішень. Таким чином, дослідити, як і якою мірою блокчейн-технології можуть змінити публічний сектор, надзвичайно своєчасно та актуально.

Огляд літератури. Незважаючи на широкий інтерес, фактичне впровадження блокчейн-технологій в публічному секторі залишається обмеженим. Попередні дослідження висвітлили кілька проблем впровадження, таких як брак регулювання, безпеки та конфіденційності, недостатність або відсутність сумісної інфраструктури, неефективні та енергозатратні транзакції, потреба в змінах адміністративних процесів, і останнє, але не менш важливе, відсутність ефективних моделей управління [11; 17; 23]. Численні дослідження визначили управління як ключову проблему для впровадження блокчейну в публічному секторі [1; 15; 17], а деякі відомі дослідження досліджують наслідки блокчейну для публічного управління [1; 2; 4; 22; 23]. Тим не менш, здається, що управління блокчейном залишається одним із найбільш суперечливих аспектів для органів публічної влади, у зв'язку з чим необхідний інструментарій систематичного аналізу для вирішення проблем управління проектуванням, експлуатацією та обслуговуванням систем, заснованих на блокчейні [11; 17]. Оскільки це технологія, найважливішою особливістю якої є створення довіри до процесів управління без потреби довіреної третьої сторони, розуміння того, чим керувати (чи не керувати) і як керувати, є фундаментальним для впровадження блокчейну в публічному секторі.

Мета статті. Метою статті є визначення того, які управлінські рішення потрібні для розробки систем на основі блокчейну в органах публічної влади і яким чином контекстуальні чинники в публічному секторі можуть формувати доступний вибір в управлінні блокчейном.

Методологія дослідження. У даній статті ми аналізуємо управлінські рішення, необхідні для використання технологій блокчейн в органах публічної влади. Аналіз літератури показує, що рішення щодо управління блокчейном у публічному секторі можна аналізувати на мікро-, мезо- та макрорівнях. На нашу думку, управлінські рішення на одному рівні не є окремими, а натомість є взаємопов'язаними рівнями управління блокчейном. Ми виходимо з того, що стратегії управління на мікро-, мезо- та макрорівнях тісно пов'язані між собою в публічному управлінні, і неможливо вивчати один рівень управління без усвідомлення інших рівнів.

Основні результати дослідження. Далі відповідно до методології дослідження докладніше розглянемо прийняття відповідних рішень для управління блокчейн-технологіями на мікро-, мезо- та макрорівнях публічного управління.

1. Управління на мікрорівні.

Управління на мікрорівні стосується вибору розробників системи щодо інфраструктури системи, заснованої на блокчейні. До цієї категорії підпадають рішення, що стосуються архітектури інфраструктури блокчейну, модульних застосувань смарт-контрактів і децентралізованих програм, а також сумісності системи на основі блокчейну з існуючою ІТ-інфраструктурою.

Архітектура інфраструктури. Блокчейни можуть мати бездозволену/дозволену та публічну/приватну форми [10]. Різниця між публічним і приватним блокчейном 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 аудиту/фіксації. У першому випадку будь-хто може брати участь у мережі та підтверджувати транзакції, що відбуваються на платформі, а в другому лише вибрані організації мають право перевіряти транзакції.

Ці класифікації не є винятковими одна для одної, і можна мати загальнодоступний і приватний блокчейн із різними ступенями моделей дозволів. Наприклад, дві найвідоміші блокчейн-платформи, Bitcoin та Ethereum, є загальнодоступними блокчейнами без дозволу. Hyperledger Fabric, R3Corda та Quorum є прикладами реалізованих технологій, які надають вбудовані інструменти для дозволених систем, застосовних до публічних і приватних блокчейнів. Переваги різних типів блокчейнів відрізняються технічно щодо параметрів децентралізації, безпеки, масштабованості, швидкості, пропускної здатності, конфіденційності, довіри та остаточності. З одного боку, загальнодоступні блокчейни та блокчейни без дозволу створюють кращу довіру та безпеку для інфраструктури даних, відчувачи при цьому брак масштабованості та проблеми з продуктивністю. З іншого боку, приватним та блокчейнам з дозволом в основному віддають перевагу приватні підприємства, оскільки вони дозволяють до певної міри контролювати конфіденційність даних та управління системою.

У публічному секторі вибір блокчейну вимагає розгляду кількох компромісних умов щодо пріоритетів політики (наприклад, конфіденційність, пропускна спроможність, безпека тощо) та впливу на інші рівні управління (наприклад, прийняття рішень серед учасників мережі, організації управління). Ці компромісні умови залежать від контексту і не обов'язково повинні мати однакове значення для всіх типів організацій публічного сектору. Наприклад, конфіденційність транзакцій і безпека інфраструктури даних можуть бути найважливішими факторами для деяких організацій публічного сектору (наприклад, служби безпеки та розвідки), тоді як для інших прозорість і незмінність загальнодоступних блокчейнів можуть бути основними факторами. мотивація. Подібним чином, вища пропускна здатність і масштабованість є життєво важливими для приватних підприємств, але в публічному секторі часто обсяг транзакцій і кількість користувачів прив'язані до зони юрисдикції та адміністративної сфери послуг. Ця передбачуваність мережі може дозволити заздалегідь визначити масштабованість і потреби в пропускній здатності.

Крім того, деякі автори [12] ідентифікують ендегенні компромісні умови між 7 властивостями DLT (зручність використання, продуктивність, гнучкість, безпека, прозорість, законність та комунікативність), які змінюються залежно від вибору дизайну та архітектури інфраструктури. Наприклад, якщо метою системи, заснованої на блокчейні, є підвищення довіри між користувачами, архітектура системи повинна віддавати пріоритет прозорості, яка може відбуватися за рахунок інших властивостей (наприклад, зручності використання, продуктивності, гнучкості).

Архітектура програми. Як було сказано раніше, блокчейн-інфраструктури схильні до певних функцій управління блокчейном. Однак ці функції можна змінити за допомогою децентралізованих програм (DAApps) і смарт-контрактів.

DApps – це цифрові додатки або програми з відкритим вихідним кодом, які існують і працюють у блокчейні або мережі комп'ютерів P2P. Через DApps користувачі можуть отримувати доступ до мереж блокчейну та взаємодіяти з іншими користувачами для різних цілей (наприклад, зберігання простору даних). Тим не менш, кожна DApp має певні переваги та недоліки (наприклад, кінцевість, швидкість, масштабованість, енергоспоживання тощо) на основі їх консенсусу та механізмів стимулювання, що робить вибір DApp за своєю суттю управлінським рішенням. Також можливо через модульність DApps прив'язати значення у системі без блокчейну або у приватному блокчейні до публічного блокчейну. Таким чином, можна обійти певні компроміси між властивостями DLT (наприклад, продуктивність проти безпеки) за допомогою DApps.

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]. DApps отримують доступ до мережі блокчейну через смарт-контракти, які забезпечують виконання умов угоди між двома сторонами. Завдяки поєднанню смарт-контрактів і DApps можна створити децентралізовані автономні організації (DAO), де операційні правила закодовані на блокчейні у формі смарт-контрактів, а DAO можуть працювати автономно або напівавтономно без централізованого контролю чи втручання третьої сторони [21]. Ці нові форми організацій можуть змінити механізми контролю та координації в публічному управлінні.

Сумісність. Європейська організація із забезпечення сумісності (EIF) стверджує, що управління сумісністю в публічному секторі вимагає інтегрованого управлінського підходу до юридичної, технічної, семантичної та технічної взаємодії. Говорячи про сумісність стосовно блокчейну ми маємо на увазі здатність мережі блокчейн ділитися, переглядати та отримувати доступ до інформації в існуючих системах управління даними в публічному та приватному домені без необхідності в посереднику для обміну. У цьому сенсі важливим рішенням щодо сумісності є оцінка того, наскільки управління блокчейном відповідає існуючим механізмам, технологіям, правилам і стандартам у сфері цифрового управління.

Але існує три типи проблем, які стосуються сумісності блокчейну. По-перше, відсутність стандартизації від технічних протоколів до смарт-контрактів, які з'єднують допоміжні технології, такі як штучний інтелект та автоматизовані агентства, на блокчейн-платформах [11]. По-друге, блокчейни за своєю конструкцією не сумісні один з одним [14]. По-третє, проблеми з функціональною сумісністю можуть виникати внаслідок конкретних потреб у сфері публічних послуг.

Ці проблеми сумісності можуть вплинути на вибір управління блокчейном двома можливими способами. По-перше, вони можуть запобігти масштабованості рішень на основі блокчейну і, таким чином, обмежити використання блокчейну лише до певних функцій (наприклад, перевірка даних за допомогою верифікованих облікових даних). По-друге, технологічний вибір організацій зацікавлених сторін в екосистемі блокчейну може підняти одну інфраструктуру блокчейну та пов'язані з нею варіанти управління над іншими та зробити її де-факто вибором архітектури системи в публічному секторі. Наприклад, Естонія прагне вирішити проблеми су-

місності шляхом створення єдиної стандартизованої системи публічних послуг на основі інфраструктури безключового підпису (KSI). Іншим прикладом є Європейська інфраструктура обслуговування блокчейнів (EBSI), яка спрямована на надання транскордонних державних послуг у ЄС за допомогою блокчейну. Очікується, що в рамках EBSI країни-члени створять необхідну інфраструктуру для переходу та призначать вузли (тобто надійні та спроможні організації в кожній державі-члені) для підтримки механізму консенсусу підтвердження повноважень (PoA).

2. Управління на мезорівні.

Управління на мезорівні стосується взаємодії між мережевою спільнотою, на якій базується система на основі блокчейну. Система, заснована на блокчейні, базується на взаємодії між різними типами користувачів, такими як майнери, верифікатори (або оператори вузлів), основні розробники, власники токенів, виробники контенту та користувачі мережі. Управлінські рішення на мезорівні встановлюють, як керується процес прийняття рішень між цими учасниками, які типи механізмів стимулювання забезпечують підтримку системи та як механізми консенсусу впливають на роль акторів в управлінні блокчейном.

Механізм прийняття рішень. Механізм прийняття рішень відрізняється між процесами управління в ланцюзі та поза ним [18]. В управлінні on-chain зацікавлені сторони беруть участь в обговореннях і прийнятті рішень через сам протокол, і коли рішення приймається через процедуру голосування або перевищення порогової кількості користувачів, протокол автоматично адаптує рішення. В управлінні on-chain спосіб взаємодії та прийняття рішень закодовано безпосередньо в базовій інфраструктурі. Наприклад, під час запровадження протоколів активації softfork для Bitcoin (тобто BIP8 або BIP9) майнери використовували засоби on-chain, щоб сигналізувати про свою підтримку запропонованого оновлення. Коли 95% блоків сигнализують про підтримку оновлення, зміни застосовуються автоматично через короткий проміжок часу. Сильна сторона управління on-chain полягає в його механізмі примусового виконання, коли рішення узгоджено, воно реалізується відповідно до правил, вбудованих у код. Однак недоліком цього механізму є те, що він автоматизує правило «переможець отримує все». Більшість, яка перемагає, визначає функціонування системи, і як така вона ризикує відштовхнути опонентів від процесу. У політичних науках це називається мажоритарною демократією, яку останнім часом все частіше критикують.

Управління off-chain відноситься до ендогенних і екзогенних правил та процесів обговорень навколо протоколу, які сприяють функціонуванню та розвитку систем на основі блокчейну [18]. Наприклад, розробники Bitcoin діляться своїми пропозиціями щодо вдосконалення (BIP) через список розсилки, а Ethereum збирає пропозиції щодо вдосконалення (EIP) на Github [7]. Майнери можуть вирішити, чи застосовувати пропозиції щодо вдосконалення на практиці. Незважаючи на те, що управління off-chain є більш демократичною альтернативою та допускає поступову адаптацію, воно зберігає невід'ємний ризик безпеки в системах без дозволу. Майнери системи є шукачами ренти, і вони не обов'язково здійснюють технічну експертизу для оцінки пропозиції. Таким чином, спочатку якісна на вигляд модифікація програмного забезпечення, ініційована зловмисником, може створити ризики безпеці в майбутньому [6].

Обидва процеси управління передбачають компроміси для розробників системи та політики. Управління on-chain забезпечує компроміс між ефективним прийняттям рішень і перехідними процесами, водночас ризикуючи дестабілізацією через політичний дисонанс. Управління off-chain забезпечує компроміс між посиленням політичного консенсусу в процесі прийняття рішень і перехідних процесів, водночас роблячи безпеку системи вразливою до рентабельної поведінки майнерів. Також можна розробити гібридні системи, де деякі рішення можуть прийматися за допомогою процесів on-chain, тоді як інші можуть прийматися за допомогою процесів off-chain. 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, де її бракує, механізми прийняття рішень, можливо, потребуватимуть пріоритетності залучення відповідних учасників і підвищення рівня прозорості в розробці та роботі блокчейн-додатків. Для цього в управлінні блокчейном можна ввести соціальний рівень, де основні розробники, зацікавлені сторони та соціальні учасники обговорюють політичні та функціональні наслідки вибору дизайну системи.

Механізм стимулювання. У статті про біткойн Накамото [16] представив механізм стимулювання для забезпечення постійної участі користувачів біткойна в обслуговуванні мережі. І в блокчейнах Bitcoin, і в Ethereum цей механізм покладається на грошову винагороду у вигляді криптовалюти блокчейну, яка узгоджує індивідуальну поведінку пошуку ренти із загальною вигодою платформи. Для організацій публічного сектору використання грошових стимулів для залучення користувачів може створити етичні та політичні проблеми, однак не всі механізми стимулів повинні використовувати грошову цінність криптовалют. Наприклад, розподіл токенів і рейтингів репутації, які надають користувачам розширений доступ до функцій платформи та зважені права голосу в процесах прийняття рішень, можуть бути деякими немонетизованими винагородами.

Не тільки методи стимулювання, але й те, як протоколи консенсусу стимулюють майнерів і верифікаторів, можуть мати кардинальні наслідки для загального управління блокчейном. Наприклад, механізм PoW біткойна разом із механізмом грошового стимулювання проклав шлях до консолідації майнінгу. Як наслідок, у всьому світі з'явилися великі майнінг-пули, а спеціалізоване обладнання серед майнерів стало широко поширеним. В даний час, за оцінками, чотири великі майнінг-пули в мережі Bitcoin і два майнінг-пули в мережі Ethereum контролюють понад 50% транзакцій [5]. Така консолідація влади підриває розподілені та децентралізовані функції блокчейн-мереж – навіть для великих мереж, таких як Bitcoin та Ethereum, і ставить під загрозу легітимність і довіру до механізмів управління on-chain.

Механізм консенсусу. 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 (або PoW), який пов'язує можливості майнінгу з обчислювальною потужністю,

або на візантійський консенсус, який використовує стейкінг для призначення майнерів, як-от proof-of-stake (PoS) і делегований proof-of-stake (DPoS). Існують також системи підтвердження повноважень (PoA), 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.

PoW в основному використовується в загальнодоступних блокчейнах без дозволу, наприклад Bitcoin та Ethereum, де користувачі перевіряють транзакції, вирішуючи складні математичні головоломки за допомогою обчислювальної потужності апаратного забезпечення. Перевагою системи PoW є її стабільність для стримування кібератак (наприклад, атак на відмову в обслуговуванні) при збереженні розподіленого управління системою. Однак, збільшення навантаження на навколишнє середовище, спричинене високим попитом на енергію систем на основі PoW, зменшує ймовірність того, що їм віддадуть перевагу у публічному секторі.

У PoS потужність майнінгу приписується вузлам у пропорції токенів (або монет), які зберігаються вузлами, а не їхніх обчислювальних можливостей. Оператори вузлів блокують частку за право брати участь у створенні блоку, а вузли з більшими ставками 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. Відмінність DPoS полягає в тому, що власники токенів обирають невелику кількість вузлів як делегатів. Якщо для створення блоку обрано делегата, частка винагорода розподіляється тим, хто проголосував за делегата. У деяких системах повноваження щодо прийняття рішень пов'язані з делегуванням токенів, де делегати можуть мати можливість контролювати та змінювати параметри мережі, такі як комісія, розмір блоку, винагорода за блок і тривалість циклу транзакції [13]. Однак PoS вважається менш безпечним, ніж повністю децентралізовані системи PoW [3].

У системах PoA, на відміну від систем PoS і PoW, ідентифікатор валідатор відомий, і припущення полягає в тому, що репутація валідатора відіграє роль ставки. Перевага систем PoA полягає в тому, що вони можуть досягти значно вищої пропускної здатності завдяки меншій кількості валідаторів, і вони підходять як для приватних, так і для публічних мереж. Однак недоліком є те, що PoA не має почуття безпеки, отриманого від децентралізованих механізмів консенсусу, і тому вузли повинні бути безкомпромісними. Тобто, алгоритмічна довіра, типова для Bitcoin або Ethereum, відсутня в блокчейні на основі PoA, а для вибору вузла потрібна довіра до нього.

Відмінності між механізмами консенсусу також впливають на роль користувачів в управлінні блокчейном і в традиційному публічному управлінні. Наприклад, PoW або PoS як механізм робить користувачів і майнерів незамінними для безперервності, безпеки та актуальності системи. В обох цих механізмах користувачі є співвиробниками управління блокчейном. У PoA користувачі є бенефіціарами системи, тоді як деякі організації відіграють роль публічного агентства для надання публічних послуг.

3. Управління на макрорівні.

Управління на макрорівні зосереджується на тому, як правила та норми, що впливають із конституційних, культурних, історичних та правових основ, впливають на організацію, підзвітність і контроль системи, заснованої на блокчейні, у реалізації цілей і функцій політики. Вибір управління на макрорівні стає «вбудованими рисами», які діють як параметри як для індивідуального, так і для організаційного прийняття рішень. Точніше, цей вибір визначає, як розподіляються права прийняття рішень між учасниками мережі, які типи механізмів підзвітності діють, а також хто контролює та наглядає за процесами реалізації.

Організація управління. Вибір щодо організації стосується розподілу ролей у прийнятті управлінських рішень у мережі блокчейн. Тут можна визначити чотири різні форми управління: централізовану, напівцентралізовану (або гібридну), поліцентричну та децентралізовану. Централізоване управління – це коли певна група людей або організацій приймає рішення про управління, а процеси прийняття рішень можуть бути організовані через процеси off-chain або on-chain. Напівцентралізоване або гібридне управління – це коли деякі управлінські рішення (наприклад, вирішення конфліктів) приймаються лише централізовано, певним керівництвом, а деякі інші управлінські рішення (наприклад, щодо мережі користувачів або функцій платформи) можуть прийматися шляхом голосування користувачами платформи.

У поліцентричному управлінні різні кластери учасників виконують різні ролі та обов'язки в управлінні блокчейном, і управління вимагає врахування того, що роблять інші [19]. У децентралізованій формі управління не домінує окремий суб'єкт чи група суб'єктів, а рішення приймаються більшістю користувачів, що працюють у мережі блокчейн, або через процеси голосування on-chain, або через скоординовані дії майнінгу. Тут архітектура процесу голосування та відкритість пропозицій для громадськості можуть впливати на децентралізований характер структури управління.

Підзвітність управління. Підзвітність стосується того, як правила управління (наприклад, вирішення суперечок, управління змінами) регулюються та виконуються. Дотримуючись типології Трейба та ін. [20], можна виділити чотири форми механізмів підзвітності в управлінні блокчейном: примус, волюнтаризм, націлювання та рамкове регулювання. Ці чотири типи розрізняються за двома вимірами: тип застосовуваних інструментів (юридично обов'язкове законодавство або «м'яке право») і підхід до виконання (гнучкий або жорсткий).

Примус характеризується обов'язковими регулятивними інструментами, що передбачають детальні та фіксовані стандарти реалізації. У контексті блокчейну примус можна охопити концепцією *lex cryptographica* [5]. *Lex cryptographica* означає, що правила обміну є вбудованими кодами, і тому такий код стає законом в управлінні блокчейном. Завдяки використанню смарт-контрактів винагороди та санкції виконуються автоматично, створюючи детерміновану систему управління.

Волюнтаризм базується на юридично необов'язкових інструментах і визначає широкі цілі в реалізації. У контексті блокчейну цей спосіб управління фіксується софтверками. Софтверк не змінює структуру блокчейну, але змінює функ-

ції блокчейну. Реалізація софтверка залежить від скоординованих дій більшості користувачів для впровадження запропонованих змін. Зміни набувають чинності лише в тому випадку, якщо їх прийме більшість майнінгових потужностей мережі. Інакше софтверк виходить з ладу, а старий ланцюг залишається без змін.

Націлювання використовує необов'язкові рекомендації, але, на відміну від добровільності, воно спирається на детальні описи правил. У контексті блокчейну практики націлювання часто використовуються для впровадження пропозицій щодо вдосконалення та DApps у мережі блокчейн. За допомогою пропозицій щодо вдосконалення будь-хто може запропонувати зміни програмного забезпечення, які згодом оцінюються та обговорюються мережевою спільнотою. Якщо пропозиція досягає консенсусу спільноти, вона вважається остаточною.

Нарешті, рамкове регулювання створює обов'язкові правила для користувачів, але, на відміну від примусу, користувачі мають свободу вибору, погоджуватися з варіантами політики чи ні. Цей механізм підзвітності в контексті блокчейну найкраще реалізується за допомогою хардфорків. Хардфорк виникає, коли в протоколі блокчейну приймається зміна правила, і вузли найновішої версії блокчейну більше не приймають старішу версію блокчейну. У разі хардфорка всі вузли повинні працювати за новими правилами для оновлення свого програмного забезпечення. В іншому випадку відбувається постійне відокремлення від попередньої версії блокчейну та створюються два різні блокчейни.

Контроль управління. Контроль управління полягає в тому, який тип механізмів контролю використовується для реалізації управлінських рішень та в якій мірі управлінські рішення автоматизовані. Механізми управління можуть стосуються системних змін, правил роботи або системних функцій. Зокрема, автоматизація управлінських рішень і процесів в управлінні блокчейном є важливою проблемою в публічному секторі. На основі теоретичних і емпіричних випадків можна визначити три можливі форми автоматизації в управлінні блокчейном: обмежене управління, напівавтономне управління та автоматизоване управління.

В обмеженому управлінні агенти-люди мають усі права приймати рішення, а рішення виконуються за згодою та спільними діями акторів. Наразі більшість блокчейн-платформ працює на основі обмеженого управління, де операції (наприклад, перевірка, порядок транзакцій, голосування тощо) контролюються людьми, централізовано чи децентралізовано.

У напівавтономному управлінні ми очікуємо, що автоматизовані агенти забезпечуватимуть певні функції управління. Тут доступ до даних поза мережею, і зближення функцій платформи з іншими цифровими технологіями, такі як AI та IoT, можуть доповнити роль автоматизованих агентів. Наприклад, завдяки впровадженню технологій штучного інтелекту в блокчейн-мережі можна покращити можливості управління смарт-контрактами та запровадити більш ефективні процеси майнінгу для зменшення споживання енергії [8].

В автоматизованому управлінні нові цифрові технології та передові методи аналізу даних, доповнені екзогенними джерелами даних, можуть створити складні автоматизовані механізми управління. Тут можна очікувати, що мережі машин і складні алгоритми регулюватимуть транзакції відповідно до мінливих умов середовища.

Рішення щодо усунення людського елементу тією чи іншою мірою тісно пов'язане з закладеними суспільними цінностями в органах публічної влади та галузевою сферою застосування. Важливість принципів ефективності та економічності може спонукати до заміни певних функцій і організацій у державних службах DAO або автоматизованими агентами, які не контролюються людьми. Знову ж таки, заміна великої кількості організацій публічного сектору та адміністративних посад автоматизованими агентами може бути політично недоцільною. Одним із недоліків неконтрольованих DAO у публічному управлінні є те, що поняття підзвітності може бути розмитим. Крім того, адаптація автоматизованих рішень повинна відповідати існуючим можливостям і практикам на суспільному рівні щодо цифрового управління.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших досліджень.

Таким чином, у статті ми розглянули питання про те, які управлінські рішення необхідні для розробки систем на основі блокчейну в органах публічної влади, і як контекстуальні фактори в публічному секторі формують доступний вибір в управлінні блокчейном. Було визначено, що управління блокчейном у публічному секторі передбачає проектні рішення щодо архітектури інфраструктури, архітектури додатків, сумісності, механізму прийняття рішень, механізму стимулів, механізму консенсусу, організації, підзвітності та контролю управління.

З нашого аналізу є кілька ключових висновків для розробників систем і осіб, які приймають рішення, зацікавлених у застосуванні рішень на основі блокчейну в публічному управлінні. По-перше, розробникам політики та системним розробникам 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. Наш підхід не передбачає ієрархію важливості між різними рівнями управління та не визначає пріоритетність рішення щодо управління над іншими. Крім того, наш підхід не передбачає певної послідовності в оцінці наслідків управлінських рішень для формування політики (наприклад, перехід від мікрорівня до макрорівня управління). Ми вважаємо, що важливість і необхідність певних управлінських рішень змінюватимуться залежно від контексту та галузевої сфери застосування.

По-друге, законодавчі, ринкові, політико-адміністративні та соціально-технологічні рамкові умови в окремих галузевих сферах (наприклад, охорона здоров'я, безпека, освіта) можуть акцентувати увагу на певному виборі в управлінні блокчейном. Неоінституціоналістські теорії припускають, що розрахунки витрат і вигод (наприклад, фінансові витрати, трансакційні витрати, політичні витрати тощо), норми та цінності (наприклад, легітимність акторів, збереження автономії, прозорість та підзвітність тощо), а також технологічна інфраструктура є деякими способами, за допомогою яких інституційні чинники можуть відігравати вирішальну роль у виборі управлінської моделі. Наявність або відсутність нормативної бази щодо конфіденційності даних (наприклад, правил щодо даних у сфері охорони здоров'я), технології токенів, розумних контрактів, DAO та штуч-

ного інтелекту є іншими ключовими інституційними чинниками, які можуть впливати на рішення щодо управлінської моделі.

По-третє, використання блокчейн-технологій у публічному секторі, може вимагати від органів публічної влади відмовитися від певних прерогатив у публічному управлінні, і це залежить від рівня довіри до органів публічної влади з боку суспільства. Можна очікувати, що публічні блокчейни без дозволу будуть бажаними в сферах публічного обслуговування, де є низький рівень довіри серед користувачів. Однак дослідження, присвячені питанням довіри свідчить про те, що коли існує низький рівень довіри в суспільстві, особи, які приймають рішення, більш схильні зберігати контроль за допомогою прямих чи непрямих засобів. Тому доцільними є подальші дослідження щодо з'ясування зв'язку між довірою до органів публічної влади та вибором політик щодо більш децентралізованих та автоматизованих структур управління на основі блокчейну.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Atzori, M. Blockchain technology and decentralized governance: Is the state still necessary? *Journal of Governance and Regulation*. 2017. № 6(1). Pp. 45–62. http://doi.org/10.22495/jgr_v6_i1_p5.
2. Beck, R., Müller-Bloch, C., & King, J. L. Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda *Journal of the Association for Information Systems*. 2018. № 19(10). Pp. 1020–1034. <http://doi.org/10.17705/1jais.00518>
3. EdChain. POW vs. PoS. A Comparison of Two Blockchain Consensus Algorithms. London: Sage, 2018.
4. de Filippi, P., Mannan, M., & Reijers, W. Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance. *Technology in Society*. 2020. № 62. Pp. 101–128. <http://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101284>
5. de Filippi, P., & Wright, A. Blockchain and the law: The rule of code. Harvard: Harvard University Press, 2018.
6. Finck, M. Blockchain regulation and governance in Europe. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.
7. Governatori, G., Idelberger, F., Milosevic, Z., Riveret, R., Sartor, G., & Xu, X. On legal contracts, imperative and declarative smart contracts, and blockchain systems. *Artificial Intelligence and Law*. 2018. № 26(4). Pp. 377–409. <http://doi.org/10.1007/s10506-018-9223-3>
8. Hassani, H., Huang, X., & Silva, E. Big-crypto: Big data. *Blockchain and Cryptocurrency*. 2018. №2. P. 34. <http://doi.org/10.3390/bdcc2040034>
9. Hermstrüwer, Y. Democratic Blockchain design. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*. 20119. № 175(1). Pp. 163–177. <http://doi.org/10.1628/jite-2019-0023>
10. Hileman, G., & Rauchs, M. 2017 global blockchain benchmarking study. 2017. Retrieved from: <https://www.cbdcinsider.com/wp-content/uploads/2021/01/SSRN-id3040224.pdf>.
11. Janssen, M., Weerakkody, V., Ismagilova, E., Sivarajah, U., & Irani, Z. A framework for analysing blockchain technology adoption: Integrating institutional, market and technical factors. *International Journal of Information Management*. 2020. № 50. Pp. 302–309. <http://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.012>
12. Kannengießner, N., Lins, S., Dehling, T., & Sunyaev, A. Mind the gap: Trade-offs between distributed ledger technology characteristics. 2019. Retrieved from: <http://arxiv.org/abs/1906.00861>
13. Karjalainen, Risto Governance in Decentralised Networks. *SSRN Electronic Journal*. 2020. № 1. Pp. 1–35.

14. Lafourcade, P., & Lombard-Platet, M. About blockchain interoperability. *Information Processing Letters*. 2020. № 161. Pp. 105–126. <http://doi.org/10.1016/j.ipl.2020.105976>
15. Meijer, D., & Ubacht, J. The governance of blockchain systems from an institutional perspective, a matter of trust or control? *ACM International Conference Proceeding Series*. 2018, May 30. Retrieved from: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3209281.3209321>
16. Nakamoto, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2018. Retrieved from: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
17. Ølnes, S., Ubacht, J., & Janssen, M. Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government information quarterly*. 2017. Vol. 34, issue 3. Pp. 355–364. <http://doi.org/10.1016/j.giq.2017.09.007>
18. Reijers, W., Wuisman, I., Mannan, M., de Filippi, P., Wray, C., Rae-Looi, V., Orgad, L. Now the code runs itself: On-chain and off-chain governance of blockchain technologies. *Topoi*. 2018. № 37. Pp. 17–27. <http://doi.org/10.1007/s11245-018-9626-5>.
19. Stephan, Mark., Graham, Marshall., McGinnis, Michael. An Introduction to Polycentricity and Governance. In *Governing Complexity*, edited by Thiel, Andreas., Blomquist, William, A., Garrick, Dustin, E. (pp. 21–44). Cambridge: Cambridge University Press, 2019.
20. Treib, Oliver, Holger, Bähr, & Gerda, Falkner. Modes of Governance: Towards a Conceptual Clarification. *Journal of European Public Policy*. 2007. № 14(1). Pp. 1–20.
21. Wang, S., Ding, W., Li, J., Yuan, Y., Ouyang, L., & Wang, F. Y. Decentralized autonomous organizations: Concept, model, and applications. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*. 2016. № 6(5). Pp. 870–878. <http://doi.org/10.1109/TCSS.2019.2938190>
22. Werbach, K. *The blockchain and the new architecture of trust*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2018.
23. Zachariadis, M., Hileman, G., & Scott, S.v. Governance and control in distributed ledgers: Understanding the challenges facing blockchain technology in financial services. *Information and Organization*. 2019. № 29(2). Pp. 105–117. <http://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2019.03.001>

Стаття надійшла до редакції 26.10.2022

Стаття рекомендована до друку 10.11.2022

Viacheslav Dziundziuk, Doctor of Science in Public Administration, Professor,
Head of Public Policy Chair, Educational and Scientific Institute «Institute of Public Administration»,
V. N. Karazin Kharkiv National University, Maidan Svobody 4, Kharkiv, 61022, Ukraine
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0622-2600> e-mail: vbdzun@gmail.com

Boris Dziundziuk, Candidate of Science in Public Administration,
Educational and Scientific Institute «Institute of Public Administration»,
V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9066-2849> e-mail: zhandarmvssofen@gmail.com

IMPLEMENTATION OF MANAGEMENT DECISIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN PUBLIC AUTHORITIES

Abstract. In recent years, there has been growing interest in blockchain-based operating systems from computer science, economics, and law, but the literature is still in its infancy. The public sector is becoming an area of application for blockchain technology, with governments

and others having published more than 200 examples of its use worldwide. However, despite the growing interest, actual implementation of blockchain-based technologies and systems in public administration remains limited. Previous studies have highlighted a number of challenges associated with its implementation, including inadequate regulation, security and privacy issues, lack of interoperable infrastructure, inefficient and energy-intensive transactions, the need for changes in administrative processes, and ultimately, the lack of effective governance models. The purpose of this paper is to identify what management decisions need to be made for the development of blockchain technologies and systems in public authorities and how different contextual factors in public sector affect the available options for blockchain governance.

The literature review showed that managerial decisions regarding the use of blockchain in public institutions need to be defined at different levels. At the same time, all these levels are not independent levels of blockchain management, but interrelated ones. It was defined, that blockchain governance in public authorities includes different solutions related to decision mechanisms, incentive mechanisms, consensus building mechanisms, organization, accountability, and management control.

Several important conclusions were drawn for system developers and decision makers interested in applying blockchain solutions in public administration. First, politicians and system developers need to consider the interrelationships between levels of public administration and assess the impact of decisions at one level on other levels of public administration. Second, the state current frameworks in a particular sector (e.g., health, security, education, etc.) may influence the choice of a particular blockchain-based governance option. Third, the implementation of blockchain-based systems and technologies in public administration depends on the level of public trust in government. Therefore, further research is needed to clarify the relationship between trust in public institutions and the political choice to build a blockchain-based governance structure.

Keywords: *public administration, public authorities, blockchain, blockchain technologies, public sector, management decisions.*

In cites: Dziundziuk V. B., Dziundziuk B. V. (2022). Implementation of Management Decisions for the Implementation of Blockchain Technologies in Public Government Bodies. *Theory and Practice of Public Administration*, 1 (74), pp. 7–21. <http://doi.org/10.26565/1727-6667-2022-1-01> [in Ukrainian].

REFERENCES

1. Atzori, M. (2017). Blockchain technology and decentralized governance: Is the state still necessary? *Journal of Governance and Regulation*, 6(1), 45–62.
2. Beck, R., Müller-Bloch, C., & King, J. L. (2018). Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(10), 1020–1034.
3. EdChain. (2018). *POW vs. PoS. A Comparison of Two Blockchain Consensus Algorithms*. London: Sage.
4. de Filippi, P., Mannan, M., & Reijers, W. (2020). Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance. *Technology in Society*, 62, 101–128.
5. de Filippi, P., & Wright, A. (2018). *Blockchain and the law: The rule of code*. Harvard: Harvard University Press.
6. Finck, M. (2018). *Blockchain regulation and governance in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.

7. Governatori, G., Idelberger, F., Milosevic, Z., Riveret, R., Sartor, G., & Xu, X. (2018). On legal contracts, imperative and declarative smart contracts, and blockchain systems. *Artificial Intelligence and Law*, 26(4), 377–409.
8. Hassani, H., Huang, X., & Silva, E. (2018). Big-crypto: Big data. *Blockchain and Cryptocurrency*, 2, 34.
9. Hermstrüver, Y. (2019). Democratic Blockchain design. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 175(1), 163–177.
10. Hileman, G., & Rauchs, M. (2017). *2017 global blockchain benchmarking study*. Retrieved from: <https://www.cbdcinsider.com/wp-content/uploads/2021/01/SSRN-id3040224.pdf>
11. Janssen, M., Weerakkody, V., Ismagilova, E., Sivarajah, U., & Irani, Z. (2020). A framework for analysing blockchain technology adoption: Integrating institutional, market and technical factors. *International Journal of Information Management*, 50, 302–309.
12. Kannengießner, N., Lins, S., Dehling, T., & Sunyaev, A. (2019). Mind the gap: Trade-offs between distributed ledger technology characteristics. Retrieved from: <http://arxiv.org/abs/1906.00861>
13. Karjalainen, Risto (2020). Governance in Decentralised Networks. *SSRN Electronic Journal*, 1, 1–35.
14. Lafourcade, P., & Lombard-Platet, M. (2020). About blockchain interoperability. *Information Processing Letters*, 161, 105–126.
15. Meijer, D., & Ubacht, J. (2018, May 30). The governance of blockchain systems from an institutional perspective, a matter of trust or control? *ACM International Conference Proceeding Series*. Retrieved from: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3209281.3209321>
16. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Retrieved from: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
17. Ølnes, S., Ubacht, J., & Janssen, M. (2017). Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government information quarterly*, Vol. 34, issue 3, pp. 355–364.
18. Reijers, W., Wuisman, I., Mannan, M., de Filippi, P., Wray, C., Rae-Looi, V., Orgad, L. (2018). Now the code runs itself: On-chain and off-chain governance of blockchain technologies. *Topoi*, 37, 17–27.
19. Stephan, Mark., Graham, Marshall., Michael, McGinnis., 2019. An Introduction to Polycentricity and Governance. In *Governing Complexity*, edited by Thiel, Andreas., Blomquist, William, A., Garrick, Dustin, E. (pp. 21–44). Cambridge: Cambridge University Press.
20. Treib, Oliver, Holger, Bähr, & Gerda, Falkner (2007). Modes of Governance: Towards a Conceptual Clarification. *Journal of European Public Policy*, 14(1), 1–20.
21. Wang, S., Ding, W., Li, J., Yuan, Y., Ouyang, L., & Wang, F. Y. (2019). Decentralized autonomous organizations: Concept, model, and applications. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 6(5), 870–878.
22. Werbach, K. (2018). *The blockchain and the new architecture of trust*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
23. Zachariadis, M., Hileman, G., & Scott, S.v. (2019). Governance and control in distributed ledgers: Understanding the challenges facing blockchain technology in financial services. *Information and Organization*, 29(2), 105–117.

The article was received by the editors 26.11.2022

The article is recommended for printing 10.11.2022