

DOI: 10.32347/2076-815X.2024.85.67-81

УДК 657: 334.714

к.е.н. **Гой В.В.**,
vasssgoi@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1822-4478,
д.е.н., професор **Мамонов К.А.**,
kostia.mamonov2017@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0797-2609,
Харів В.В., v.khariv@ukr.net, ORCID: 0009-0006-7937-5324,
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙНУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ ДАНИХ У ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЇ

Досліджуються можливості вдосконалення сектору відносин, пов'язаних із землею та власністю, через утримання балансу між інтересами, відповідальністю та спільними діями уряду, приватного сектору та громадянського суспільства в Україні. Зі стиканням зі зростаючим обсягом документів, що вимагають реєстрації та кадастрового запису, при обмежених можливостях для зберігання архівів, система угод із земельними ділянками стикається з необхідністю фундаментальної перебудови та оптимізації. В цьому контексті, блокчейн виступає як інноваційне рішення, що забезпечує децентралізоване зберігання даних із високим рівнем надійності та безпеки, відкриваючи нові можливості для управління земельними ресурсами. Стаття аналізує потенціал застосування геоінформаційних систем (ГІС) та блокчейн технологій для створення надійних та прозорих систем обліку та реєстрації земельних ділянок, що сприятиме ефективному землекористуванню та захисту прав власності. Оптимізація процесів збору та зберігання документів, пов'язаних із Єдиним державним реєстром прав на нерухомість, вимагає регулярного розширення архівних просторів, а розвиток єдиної державної системи реєстрації прав та кадастрового обліку є критично необхідним для досягнення законодавчих та нормативних цілей. Важливою перевагою блокчейну є висока надійність і відкритість даних, що усуває можливість корупційних угод і знижує витрати на ведення реєстрів, підвищуючи оперативність доступу до інформації. Застосування геоінформаційних систем та блокчейну дозволить Україні перейти до інноваційно орієнтованого типу економіки, заснованого на сучасних інформаційних технологіях, що забезпечить підвищення ефективності цивільного обігу земельних ділянок, захисту прав на нерухомість і підвищення місця України в міжнародних рейтингах розвитку ІКТ. Використання

блокчейну, адаптованого до законодавчих вимог і процедур реєстрації прав, вимагатиме встановлення чітких правил доступу та ідентифікації, а також визначення механізмів відповідальності для забезпечення безпеки та юридичної значущості проведених транзакцій.

Ключові слова: блокчейн; ГІС-технології; захист геодезичних даних; розподілені бази даних; токен; земельний кадастр; приватний ключ.

Постановка проблеми. У сучасному світі, де цифрова інформація стає все більш важливим активом, забезпечення її надійного захисту та автентифікації є критично важливим. Геодезія та землеустрій, які використовують величезні обсяги даних про земельні ділянки, вимоги до точності та надійності цих даних є високими, оскільки вони впливають на правові відносини, економічне планування та управління земельними ресурсами. Традиційні системи зберігання та обробки даних часто стикаються з проблемами безпеки, включаючи несанкціонований доступ, фальсифікацію даних та інші види кібератак.

Технологія блокчейну, зі своєю невід'ємною характеристикою децентралізації, здатністю до створення незмінних записів та високим рівнем безпеки, пропонує революційний підхід до вирішення цих викликів. Використання блокчейну в геодезії та землеустрої може радикально змінити спосіб зберігання, доступу та обміну даними, забезпечуючи вищий рівень прозорості та довіри між усіма зацікавленими сторонами. Це може допомогти в боротьбі з корупцією, зменшенні витрат на управління даними та підвищенні ефективності адміністративних процесів. Таким чином, дослідження, спрямоване на використання блокчейну для покращення автентифікації та захисту даних у цих сферах, є надзвичайно актуальним і має велике практичне значення для суспільства. Окрім того, глобальний тренд цифровізації та стрімкий розвиток цифрових технологій вимагають від галузей геодезії та землеустрою адаптації до нових умов та впровадження інноваційних рішень, зокрема на основі блокчейну, для забезпечення стійкості та конкурентоспроможності в цифрову еру.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Інтенсивне вивчення можливостей і потенціалу блокчейн технології у контексті реєстрації та ведення обліку прав на земельні ділянки збіглося з ростом інтересу до цієї технології в міжнародному масштабі, включаючи її практичне застосування у декількох країнах. Це сприяло здійсненню аналізу різних методик розробки та імплементації програмного забезпечення, націленого на облік і реєстрацію земельних прав. Видатними дослідниками у цій області є: Андрощук Г. [1], Чабанюк В., Поливач К. [2], Вільянуева Дж.К.С., Бланко А.Ч. [3], які детально

розглядають використання блокчейн технології для цілей геодезії та землеустрою. Також існує група дослідників з інформаційних технологій, таких як: Згурська О., Корчинська О., Рубель К., Кубів С., Тарасюк А., Головченко О. [4], Ву Дж., Тран Н. [5], які фокусуються на технічних аспектах і обмеженнях технології, включаючи необхідні модифікації в програмному кодї для адаптації під специфічні завдання.

Важливо підкреслити, що дослідники: Радейко Р. [6], Чувпило В., Шевчук С., Гапон С., Нагорна С., Куришко Р. [7] активно аналізують потенціал блокчейну для ефективного використання в обліку та реєстрації земельних прав, звертаючи увагу як на особливості самої технології, так і на аналізуючи досвід країн, які вже впровадили пілотні проєкти в цій сфері. Це дозволяє вони ведуть всебічні дослідження щодо використання блокчейну для інтеграції в існуючі системи обліку та реєстрації земельних ділянок, а також для реалізації комплексних системних рішень.

Мета та завдання дослідження. Мета статті – аналіз потенціалу технологій блокчейну в контексті підвищення рівня автентифікації та захисту даних у сфері геодезії та землеустрою. Дослідження має на меті визначити можливості використання блокчейну для створення надійних, прозорих та безпечних систем управління земельними ресурсами, що сприятиме ефективному землекористуванню, захисту прав власності та запобіганню земельним спорам.

Завдання дослідження:

- провести аналіз існуючих проблем автентифікації та захисту даних у геодезії та землеустрої;
- визначити основні виклики, пов'язаних із захистом інформації та автентифікацією даних у геодезії та землеустрої;
- визначити потенціал розширення використання блокчейну для геодезії та землеустрою;
- розробити пропозиції щодо інтеграції блокчейн технологій у геодезичні та землеустрійні системи.

Матеріали та методи. При написанні статті було здійснено глибоке дослідження великої кількості інформації, пов'язаної з актуальним станом у сфері легалізації та визнання прав власності на землю в Україні. Основу дослідження склали детальний та всебічний аналіз, застосування індуктивно-дедуктивного методу та інші наукові методики. Автори оглянули ключові аспекти, що відображають різні стадії впровадження блокчейн-технологій у даній галузі, порівняли їх з міжнародним досвідом в цьому напрямку. Окрему увагу приділено детальному опису проєктів, що впроваджуються, з подальшим

використанням порівняльно-історичного аналізу для виявлення унікальності кожного проєкту та визначення факторів, що впливають на їхні результати.

Використано алгоритмізовану технологію блокчейн для оцінки технологічних можливостей покращення автентифікації та захисту даних у геодезії та землеустрої. Так блокчейн представляє собою послідовність блоків, де кожен блок містить інформацію про угоди в системі, забезпечуючи строгу послідовність даних. Формування нових блоків базується на інформації з попередніх, що дозволяє постійно розширювати базу даних без можливості видалення або зміни вже існуючих записів, гарантуючи таким чином її «необмеженість». Блокчейн-операції виконуються безпосередньо між учасниками на основі спільної мережі.

Результати та їх обґрунтування. Вдосконалення сектору відносин, пов'язаних із землею та власністю, шляхом утримання балансу між інтересами, відповідальністю та спільними діями уряду, приватного сектору та громадянського суспільства може сприяти переходу України до передового типу економіки, орієнтованого на інновації та соціальні потреби, з основою у сучасних інформаційних технологіях. Зі збільшенням кількості документів, що потребують реєстрації прав і кадастрового запису, при обмежених просторах для зберігання архівів та недостатньої відповідності цих приміщень стандартам та вимогам безпеки, виникає потреба у значних фінансових ресурсах. Це підкреслює необхідність перегляду та реорганізації існуючої системи угод з земельними ділянками на етапі розвитку державних послуг. Оптимізація процесу збору та зберігання документів, пов'язаних із Державним земельним кадастром, вимагає регулярного розширення архівних просторів. Розвиток єдиної державної системи реєстрації прав та кадастрового обліку земельних ділянок, її фінансування є критично необхідним для вирішення цих проблем і досягнення цілей, встановлених законодавством та нормативними актами України [4].

Блокчейн становить собою технологію децентралізованого реєстру з використанням криптографічних методів для захисту внесеної інформації у геодезії та землеустрої. Ця технологія створює ланцюг даних, в якому зміни інформації вимагають значних обчислювальних зусиль, роблячи дані незмінними. Кадастровий облік земельних ділянок вимагає обробки багатовимірних даних, що постійно змінюються, що потребує контролю та врахування часових та просторових аспектів. Використання геоінформаційних систем (ГІС) як спеціалізованих реляційних баз даних дозволяє ефективно представляти ці дані, забезпечуючи необхідну масштабованість та повноту інформації про земельні ресурси. Цифрові дані в ГІС включають інформацію про місцезоположення земельних ділянок, їх просторові та інші атрибути,

забезпечуючи комплексне представлення та облік. Електронні документи, включаючи межові плани та інші кадастрові документи, подаються до органів реєстрації прав з посиленням кваліфікованим електронним підписом відповідальних осіб, що забезпечує їх юридичну значущість та безпеку у геодезії та землеустрої [8].

Без застосування ГІС неможливо досягнути ефективної обробки просторових даних, отриманих завдяки глобальним навігаційним системам. Використання національних навігаційних інструментів стає необхідним для державних органів та ключових секторів економіки. Базові навігаційні послуги надаються безкоштовно всім користувачам. Точність, яку надають системи глобального позиціонування, критично важлива для точного обліку та моніторингу угод, пов'язаних із земельними ділянками та ресурсами. Технологія дистанційного зондування Землі, яка активно використовується на міжнародному рівні, залежить від ГІС для обробки просторових даних. Для зондування застосовуються системи з високою роздільною здатністю, включаючи оптико-електронні, лазерні сканувальні системи (лідари), радіолокаційні системи, інфрачервоні датчики тощо. Дистанційне зондування дозволяє швидко фіксувати зміни у використанні земельних ресурсів, земельних ділянок та іншої просторової інфраструктури.

Сучасні системи обробки просторових даних, реалізовані через ГІС, базуються на реляційних базах даних. ГІС також підтримують розподілені бази даних, що складаються з різних вузлів, з'єднаних мережею. Кожен вузол є незалежною базою даних, дозволяючи користувачам доступ до даних у мережі, ніби вони знаходяться на локальному рівні. Розподілені бази даних відображають структуру інформаційного обміну, де локальні дані зберігаються за структурною приналежністю, а доступ до віддалених даних здійснюється за потребою. Облік земельних ресурсів та ділянок становить собою складну систему з обробки різноманітних даних за допомогою інформаційних систем. У цьому процесі важлива роль людини, що впливає на точність операцій у геодезії та землеустрої. Комплексність даних вимагає високих стандартів якості інформації. Обробка даних включає введення, експорт, імпорт, обмін, попередню обробку, аналіз, представлення, кодування, шифрування тощо. Більшість цих операцій може входити до функціонала ГІС, але не повністю, що потребує розробки додаткових елементів системи (рис. 1). Вимоги до точності, надійності, достовірності, повноти та послідовності інформації визначають якість даних про просторові об'єкти. Схожі вимоги застосовуються до учасників процесу контролю, обліку та угод з земельними ділянками [9].

Блокчейн технологія може гарантувати необхідний рівень якості обробки інформації у геодезії та землеустрої, забезпечуючи захист даних від

несанкціонованого використання та спрощуючи процес їх контролю. Вона уможлиблює отримання важливих юридичних послуг на відстані для приватних осіб, дозволяє юридичним особам зменшити фінансові та юридичні витрати, а державним установам – вдосконалити управлінські процеси та обмін інформацією. Імплементація блокчейну в системах реєстрації та ведення обліку земельних ділянок призводить до зменшення інфраструктурних витрат, одночасно підвищуючи надійність і безпеку обробки інформації, так і використання блокчейну знімає необхідність у багатьох тривалих та витратних юридичних процедурах, таких як нотаріальне оформлення чи банківські операції, та виключає деяких учасників процесу оформлення угод з земельними ділянками через їхню зайвність [3].

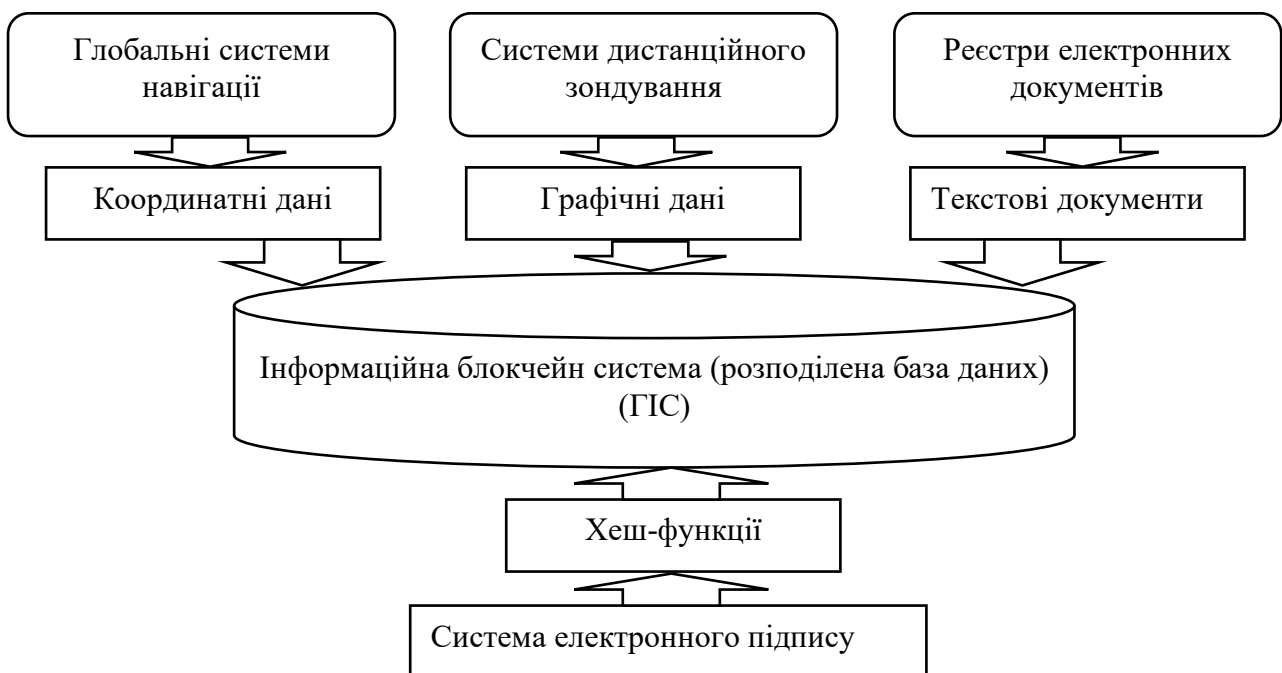


Рис. 1. Інформаційні системи, технологічно пов'язані з впровадження блокчейн у систему землекористування та кадастру (сформовано авторами)

Завдяки цій технології стає можливим відстеження фінансових транзакцій, історії контрактів по земельних ділянках та здійснення угод за принципом прямих транзакцій, що унеможлиблює шахрайство між сторонами. Основні технічні принципи блокчейну є зрозумілими для освоєння та реалізації, що спрощує перевірку правильності роботи системи на концептуальному та практичному рівнях, збільшуючи довіру до неї у сфері геодезії та землеустрою [10].

Служби блокчейн-мережі для обробки транзакційних геодезичних даних надають можливість створення записів про право власності на земельні ділянки, їх обліку та передачі прав керування. Такі служби можуть бути як загальнодоступними, так і приватними, тобто обслуговуватися конкретною

організацією з децентралізованою структурою, або централізовано на одному сервері. Дані, які обробляються через ці служби, можуть бути анонімізованими або відкритими, залежно від цілей системи. У мережі розподіленої бази даних ГІС, вузли можуть слугувати як крайніми точками мережі, так і здійснювати обмін даними з іншими вузлами. Кожен вузол у такій мережі розглядається як автономний, проте не всі вузли зберігають повні копії бази даних або реєстру транзакцій за земельними ділянками.

Концепція транзакції, вже добре знайома у фінансовому та торговельному секторах, в блокчейні визначається як мінімальна одиниця операції з повною логічною завершеністю. Транзакція або смарт-контракт у контексті земельної ділянки містить визначений порядок дій, які мають бути виконані всіма учасниками. Повний вузол, який зберігає копію бази даних і перевіряє нові транзакції за допомогою узгодженого протоколу взаємодії (консенсусу), відіграє ключову роль в мережі [6]. Власники таких вузлів використовують свої обчислювальні потужності для зберігання та верифікації транзакцій, отримуючи за це транзакційні винагороди і всі вузли працюють на одному протоколі консенсусу для забезпечення взаємосумісності (рис. 2).

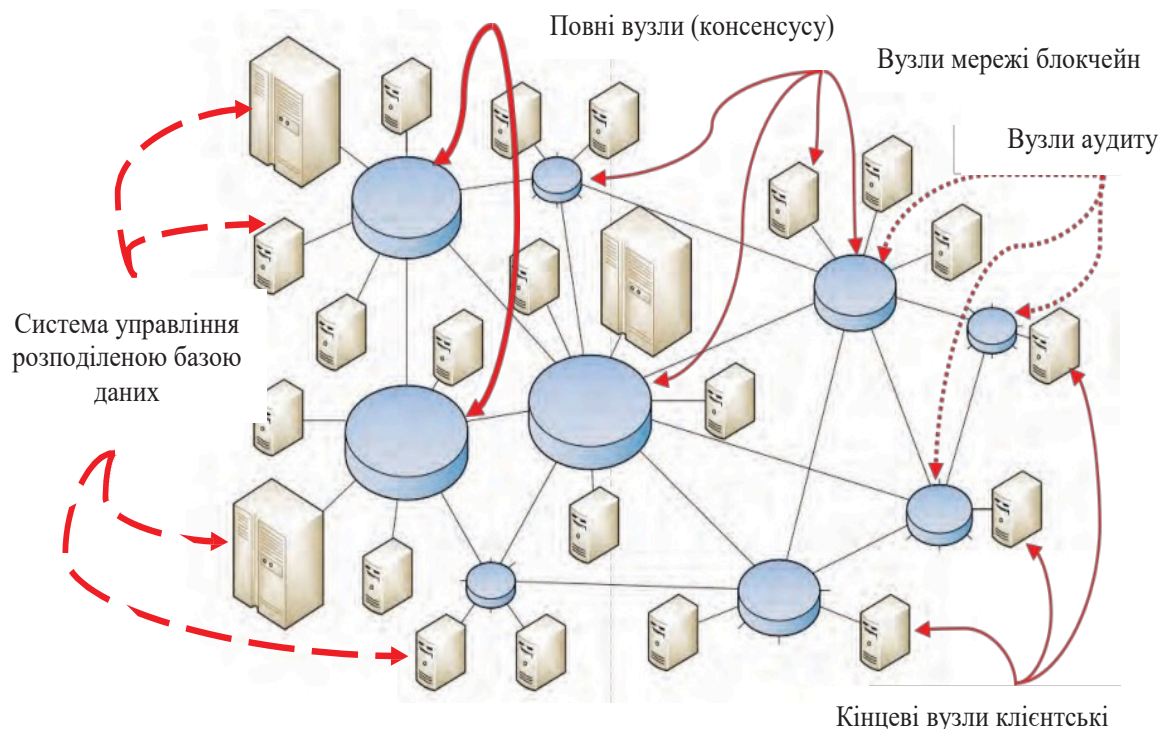


Рис. 2. Вузли мережі розподіленої бази даних блокчейн земельного кадастру (сформовано авторами)

Послуги, побудовані на блокчейні для управління реєстрами, представлені у вигляді розподіленої бази даних на множині серверів державної структури, включаючи вузли консенсусу, аудиту та клієнтські вузли,

ефективність цих послуг базується на синхронізованій роботі серверів, що обмінюються даними. Локальні зміни в одній копії бази даних призводять до оновлень на інших серверах, забезпечуючи високу надійність через дублювання даних та автоматизоване відновлення мережі після збоїв [11].

Архітектура мережі блокчейн повинна бути узгоджена з адміністративною структурою системи, задіяної у контролі та обліку земельних ділянок та ресурсів. Принципи взаємодії між учасниками, залученими до земельних процесів, засновані на алгоритмах угоди сторін (консенсусу). Такий консенсус, досягнутий між сторонами, які не мають взаємної довіри, вимагає дотримання певних математичних правил та принципів для регулювання формування блокчейну. Вирішення цих завдань засноване на складних математичних обчисленнях і потребує значних обчислювальних ресурсів. Результати таких обчислень можуть бути швидко перевірені та використані для генерації нових блоків у блокчейні. Найчастіше в інформаційних системах на блокчейні застосовуються алгоритми Proof-of-Work (доказ роботи) та Proof-of-Stake (доказ володіння часткою). Хоча існують інші алгоритми, їх застосування менш поширене через відносно недавнє введення та недостатню перевіреність технології у геодезії та землеустрої.

Унікальний цифровий ідентифікатор у розподілених базах даних блокчейну, разом з асоційованою з ним послідовністю записів, називається «токеном». Токени, які генеруються та розподіляються мережею блокчейну вузлами з великою обчислювальною потужністю, мають визначену цінність і зазвичай асоційовані з адміністративними структурами або сертифіковані ними. Обмін токенами між учасниками транзакції сприяє додаванню нових блоків до ланцюга записів, при цьому кожен новий блок зв'язується з попереднім. Метод зв'язування забезпечує неможливість непомітної зміни даних у блоках або їх заміни в ланцюгу. Також виключається можливість порушення історії транзакцій або незаконної зміни власника токена без його згоди, що забезпечує учасникам системи контролю і обліку високий рівень довіри та прозорості (рис. 3). Токени та блоки в ланцюзі є публічно доступною інформацією, дозволяючи перевірити їхню цілісність та законність у геодезії та землеустрої [12].

Досягнення високого рівня захисту даних у системі забезпечується через конфіденційність, зберігання та точність інформації. Використання розподіленої бази даних та децентралізованої серверної мережі сприяє множинному реплікуванню даних, забезпечуючи високу надійність системної роботи. Зв'язок між записами у блокчейні вимагає застосування відкритої криптографії. Використання хеш-функцій підвищує захист інформації, що сприяє зростанню довіри до технології. Ефективність хеш-функцій разом з технічними рішеннями забезпечує швидку обробку запитів.

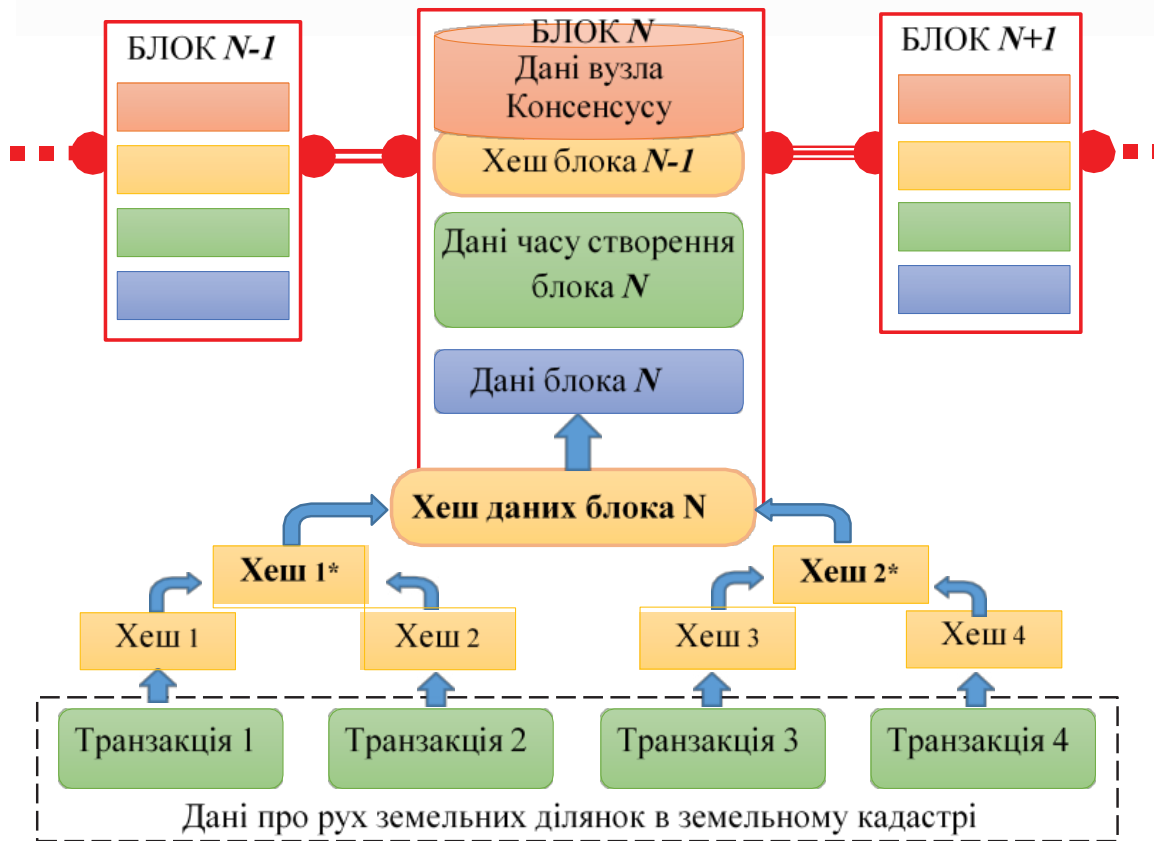


Рис. 3. Структура ланцюжка блоків у розподіленій базі даних (блокчейн) земельних ресурсів (розроблено авторами)

Хеш-функції, математичні алгоритми для «стискання» інформації до фіксованого розміру бітової комбінації, відіграють ключову роль у криптографії для перевірки цілісності даних, аутентифікації та ідентифікації джерела. В інформаційних системах вони використовуються для перевірки записів, швидкого пошуку, статистичних аналізів та інших завдань, дозволяючи порівнювати не самі дані, а їхні хеш-значення. Важливою характеристикою хеш-функцій є їх здатність уникнення колізій та рівномірний розподіл значень. Хеш-функція не залежить від секретного ключа і є відкритою для всіх учасників, вимагаючи неможливості підміни підписаних документів або знаходження двох різних повідомлень з однаковим хешем [13].

Для запобігання несанкціонованому обчисленню хеш-значень зловмисником, хеш-функція включає секретний ключ, невідомий зловмиснику, але відомий учасникам транзакції. При аутентифікації джерела даних між сторонами, які одна одній не довіряють, використовується електронний підпис. Повідомлення спочатку стискається хеш-функцією, що також служить для виявлення помилок, перш ніж бути підписаним за допомогою секретного ключа власника у геодезії та землеустрої. Надійність алгоритму шифрування у мережі блокчейн залежить від міцності його приватного ключа, оскільки публічний

ключ є доступним для загального огляду. Вважається, що безпека ключових криптографічних даних вимірюється часом, потрібним для дешифрування усіх його символів; таким чином, чим довший час потрібен для дешифрування приватного ключа, тим вища його безпека [14].

Технологія електронного підпису використовується для аутентифікації джерел даних між сторонами, що не мають взаємної довіри, забезпечуючи безпеку аутентифікації за допомогою шифрувальних алгоритмів. Інформація, що зберігається в блокчейні, не є конфіденційною, відсутність потреби в зломі бази знижує інтерес зловмисників до неавторизованого доступу, що сприяє використанню блокчейну для транзакцій між сторонами без повної довіри. Сервіси, що базуються на блокчейні, можуть бути важливими для угод з нерухомістю, реєстрації транспортних засобів, кредитування та інших правових операцій. Учасники взаємодії на основі блокчейну повинні усвідомлювати свої юридичні зобов'язання, включаючи відповідальність у разі невиконання угод, ненадійності системи або витоку даних у мережі блокчейн, відповідальність за порушення, що призводять до анулювання транзакцій, та матеріальну відповідальність за порушення під час транзакційних процесів [15]. Також важливо визначити порядок вирішення спорів та конфліктів у геодезії та землеустрої.

Ці питання мають юридичний характер і потребують оформлення відповідного договору, що є стандартною процедурою для сторін, залучених до дій, пов'язаних з обліком, контролем та вчиненням угод щодо земельної нерухомості.

Протидія шахрайству та корупції у сфері реєстрації та управління угодами з земельними ділянками та ресурсами представляє собою ключову виклику для системи електронної реєстрації прав на землю в Україні. В діючій системі управління земельними ресурсами, заснованій на використанні електронного підпису учасниками угод, існує проблема слабкої ідентифікації та верифікації осіб. Шахраї часто використовують фальшиві електронні підписи для незаконного оформлення майна на себе. З переходом до електронної реєстрації прав і використанням електронних реєстрів для взаємодії з заявниками переважно в онлайн форматі, стає очевидною велика уразливість системи в частині ідентифікації та автентифікації заявників. Багатопараметрична ідентифікація та автентифікація, використовуючи голос, обличчя та відбитки пальців для підтвердження особи учасників угоди, видається доцільною у геодезії та землеустрої [16]. Законодавчі ініціативи, що розглядаються наразі, пропонують можливість переходу до ідентифікації осіб за трьома біометричними параметрами при укладанні угод та поданні документів для реєстрації прав на земельні ділянки електронним способом.

Зберігання інформації на блокчейн-платформі пропонує значну перевагу у вигляді високої надійності, яка запобігає втраті чи знищенню даних. Основна прозорість та легкість перевірки даних на блокчейн-платформі ефективно усувають можливість корупційних дій з земельними ділянками. Це також веде до зниження витрат на обслуговування реєстрів та забезпечує швидкий доступ до інформації для користувачів.

Висновки та рекомендації. Використання геоінформаційних систем та технології блокчейн для задач обліку та реєстрації в контексті земельних ділянок та ресурсів може не тільки зберегти існуючий потенціал, але й сприяти створенню надійного Єдиного державного реєстру земель, а також гармонізувати відносини у сфері земельної власності. Це допоможе підвищити ефективність обігу земель, захист прав власності на нерухомість, зменшити адміністративні перешкоди, розширити податкову базу та покращити позиції України у світовому рейтингу за Індексом розвитку ІКТ (IDI), який є важливим показником розвитку інформаційного суспільства.

Блокчейн-системи можуть бути впроваджені за умови їх адаптації до поточних процедур реєстрації прав на земельні ділянки з урахуванням законодавства. Необхідні умови включають обмеження доступу до блокчейну, зменшення кількості вузлів до кваліфікованих осіб, а також забезпечення належної ідентифікації користувачів та встановлення правил відповідальності. Ефективне використання блокчейну вимагає закритої приватної або гібридної системи, що керується державними установами та включає легітимних учасників земельних операцій, таких як нотаріуси та юристи, гарантуючи захист прав на земельні ділянки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрощук Г.О. Інформаційно-комунікаційні технології в цифровій економіці: стан та перспективи розвитку: брошура. НДІ ІВ НАПрН України. Київ: Інтерсервіс, 2021. 84 с.
2. Chabaniuk V., Polyvach K. Critical properties of modern geographic information systems for territory management. *Cybernetics and Computer Engineering*. 2020. No. 3(201). pp. 5–32. DOI:10.15407/kvt201.03.005.
3. Villanueva J.K.S., Blanco, A.C. Optimization of ground control point (GCP) configuration for unmanned aerial vehicle (UAV) survey using structure from motion (SfM). *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2019. 42. pp. 167–174. DOI:10.5194/isprs-archives-XLII-4-W12-167-2019
4. Згурська О., Корчинська О., Рубель К., Кубів С., Тарасюк А., Головченко О. Цифровізація національного агропромислового комплексу: нові

виклики, реалії та перспективи. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2022. №6(47). С. 388–399.

<https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.47.2022.3929>.

5. Wu J., Tran N. Application of Blockchain Technology in Sustainable Energy Systems: An Overview. *Sustainability*. 2018. 10(9). P. 3067. <https://doi.org/10.3390/su10093067>. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10093067>.

6. Радейко Р.І. Особливості впровадження технології блокчейн у сфері публічних відносин в Україні. *Часопис цивілістики*. 2018. № 29. С. 112-118.

7. Чувпило В., Шевчук С., Гапон С., Нагорна С., Куришко Р. Кадастрові системи та землеустрій у містобудівному проектуванні: оптимізація землекористування та міського планування. *Містобудування та територіальне планування*. 2023. №(84). С. 407–423. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.84.407-423>.

8. Таратула Р.Б. Роль державного земельного кадастру в інформаційному забезпеченні системи управління земельними ресурсами URL: http://natureus.org.ua/repec/archive/1_2016/28.pdf

9. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3.

10. Чукут С.А., Буряченко К.О. Блокчейн чи система електронного документообігу: сучасні тенденції впровадження в органах виконавчої влади України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. №1. С. 70-76.

11. Державний земельний кадастр перейшов на технологію блокчейн URL: <https://tiukraine.org/news/derzhavnyi-zemelnyikadastrpereishovnatekhnolohiiu-blokchein/>

12. Цифрова модель рельєфу SRTM. URL: <http://dds.cr.usgs.gov/srtm>.

13. Hablovskyi B., Hablovska N., Shtohryn L., Kasiyanchuk D., Kononenko M. The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. №24(7). pp. 254-262. <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>

14. Makedon V., Mykhailenko O., & Dzyad O. Modification of Value Management of International Corporate Structures in the Digital Economy. *European Journal of Management Issues*. 2023. 31(1). pp. 50-62. <https://doi.org/10.15421/192305>

15. Македон В.В., Михайленко О.Г. Управління внутрішніми інвестиційними проектами в регіональному промисловому кластері підприємств. *Підприємництво та інновації*. 2022. (25). С. 56-63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.9>

16. Ostropolska Y. Problems and prospects of development of SMART economy in the Post-Socialist States (challenges of the future). *Futurity Economics&Law*. 2021. 1(3). pp. 4–16. <https://doi.org/10.57125/FEL.2021.09.25.01>. DOI: <https://doi.org/10.57125/FEL.2021.09.25.01>.

Candidate of Economic Sciences (Ph. D.), Doctoral Candidate, **Goi Vasyl**,
Doctor of Economics, Professor, **Mamonov Kostiantyn**,
Graduate Student, **Khariv Vladyslav**,
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES TO IMPROVE AUTHENTICATION AND DATA PROTECTION IN GEODESY AND SURVEYING

The article explores the possibilities of improving the sector of relations related to land and property by maintaining a balance between the interests, responsibilities and joint actions of the government, the private sector and civil society in Ukraine. Faced with the growing volume of documents requiring registration and cadastral recording, with limited possibilities for storing archives, the system of transactions with land plots faces the need for fundamental restructuring and optimization. In this context, blockchain acts as an innovative solution that provides decentralized data storage with a high level of reliability and security, opening up new opportunities for land management. The article analyzes the potential of using geographic information systems (GIS) and blockchain technologies to create reliable and transparent land accounting and registration systems, which will contribute to effective land use and protection of property rights. Optimizing the processes of collecting and storing documents related to the Unified State Register of Real Estate Rights requires regular expansion of archival spaces, and the development of a unified state system of registration of rights and cadastral accounting is critically necessary to achieve legislative and regulatory goals. An important advantage of the blockchain is the high reliability and openness of data, which eliminates the possibility of corrupt deals and reduces the costs of maintaining registers, increasing the efficiency of access to information. The use of geo-information systems and blockchain will allow Ukraine to transition to an innovatively oriented type of economy based on modern information technologies, which will ensure an increase in the efficiency of the civil circulation of land plots, the protection of real estate rights, and an increase in Ukraine's place in international ICT development rankings. The use of blockchain, adapted to legal requirements and procedures for registration of rights, will require the establishment of clear access and identification rules, as well as the definition of

responsibility mechanisms to ensure the security and legal significance of the transactions carried out.

Keywords: blockchain; GIS technologies; protection of geodetic data; distributed databases; token; land cadastre; private key.

REFERENCES

1. Androshchuk, H.O. (2021). Information and communication technologies in the digital economy: state and prospects for development: brochure. Research Institute of National Academy of Sciences of Ukraine. {in Ukrainian}.
2. Chabaniuk, V., Polyvach, K. (2020). Critical properties of modern geographic information systems for territory management. *Cybernetics and Computer Engineering*, No. 3(201), 5–32. DOI:10.15407/kvt201.03.005 {in English}.
3. Villanueva, J.K.S., & Blanco, A.C. (2019). Optimization of ground control point (GCP) configuration for unmanned aerial vehicle (UAV) survey using structure from motion (SFM). *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 167–174. DOI:10.5194/isprs-archives-XLII-4-W12-167-2019. {in English}.
4. Zghurska, O., Korchynska, O., Rubel, K., Kubiv, S., Tarasiuk, A., & Holovchenko, O. (2022). Digitalization of the national agro-industrial complex: new challenges, realities and prospects. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 6(47), 388–399. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.47.2022.3929>. {in Ukrainian}.
5. Wu, J., & Tran, N. (2018). Application of Blockchain Technology in Sustainable Energy Systems: An Overview. *Sustainability*, 10(9), 3067. <https://doi.org/10.3390/su10093067>. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10093067>. {in English}
6. Radeiko, R.I. (2018). Features of implementation of blockchain technology in the sphere of public relations in Ukraine. *Journal of Civil Studies*. 29. 112-118. {in Ukrainian}.
7. Chuvpylo, V., Shevchuk, S., Hapon, S., Nahorna, S., & Kuryshko, R. (2023). Cadastral systems and land structure in urban planning: optimization of land use and urban planning. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya*, (84), 407–423. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.84.407-423>. {in Ukrainian}.
8. Taratula, R.B. (2016). The role of the state land cadastre in the information provision of the land resources management system. Retrieved from: http://natureus.org.ua/repec/archive/1_2016/28.pdf {in Ukrainian}.
9. Makedon, V.V., Bailova O. O. (2023). Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences"*, Issue

47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. {in Ukrainian}.

10. Chukut, S.A., Buriachenko, K.O. (2018). Blockchain or Electronic Document Management System: Current Trends in Implementation in the Executive Bodies of Ukraine. *Investment: practice and experience*, 1. 70-76. {in Ukrainian}.

11. The land cadastre has moved to Blockchain technology. Retrieved from: <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2017/10/3/629743/>. {in Ukrainian}.

12. SRTM digital terrain model. Retrieved from: <http://dds.cr.usgs.gov/srtm>. {in English}

13. Hablovskyi, B., Hablovska, N., Shtohryn, L., Kasiyanchuk, D., Kononenko, M. (2023). The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, 24(7), 254-262. <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>. {in English}.

14. Makedon, V., Mykhailenko, O., & Dzyad, O. (2023). Modification of Value Management of International Corporate Structures in the Digital Economy. *European Journal of Management Issues*, 31(1), 50-62. <https://doi.org/10.15421/192305>. {in English}.

15. Makedon, V.V., Mykhaylenko, O.G. (2022). Management of internal investment projects in the regional industrial cluster of enterprises. *Entrepreneurship and innovation*, (25), 56-63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.9>. {in Ukrainian}.

16. Ostropolska, Y. (2021). Problems and prospects of development of SMART economy in the Post-Socialist States (challenges of the future). *Futurity Economics&Law*, 1(3), 4–16. <https://doi.org/10.57125/FEL.2021.09.25.01>. DOI: <https://doi.org/10.57125/FEL.2021.09.25.01>. {in English}.