УДК 004.738.5:657.1/.3; JEL classification M41, M42, O33, M15 DOI: https://doi.org/10.36887/2415-8453-2025-4-42

Наконечна Оксана Андріївна,
кандидат технічних наук, доцент,
кафедра інформаційних технологій,
Одеський державний аграрний університет
Городніченко Станіслав Андрійович,
аспірант кафедри національної та міжнародної економіки, Одеський національний технологічний університет

Nakonechna Oksana, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Information Technologies, Odesa State Agrarian University,
https://orcid.org/ 0000-0001-5547-130X
Gorodnichenko Stanislav, PhD-student Department of National and International Economics,
Odesa National University of Technology,
https://orcid.org/0009-0002-6159-284X

ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПОДІЛЕНОГО РЕЄСТРУ DLT ДЛЯ ПОТРЕБ КОНТРОЛЮ І ОБЛІКОВО-АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ
DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGIES FOR CONTROL AND ACCOUNTING-ANALYTICAL SUPPORT IN THE DIGITAL ECONOMY

Наконечна О. А., Городніченко С. А. Технологія розподіленого реєстру DLT для потреб контролю і обліково-аналітичного забезпечення у цифровій економіці. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2025. Том 10. № 4. С. 215 – 221.

Nakonechna O., Gorodnichenko S. Distributed ledger technologies for control and accounting-analytical support in the digital economy. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2025. Volume 10. № 4, pp. 215 – 221.

Технологія розподіленого реєстру (DLT) є фундаментальною методологічною основою для посилення контролю та підвищення надійності обліку. Стаття досліджує потенціал технологій розподіленого реєстру (DLT) як основи методологічної трансформації обліку та фінансового контролю, переходу до парадигми потрійного обліку та безперервного аудиту. На базі концептуального, порівняльного, SWOT- та ризикового аналізу показано, що DLT посилює прозорість та достовірність фінансової інформації, компенсуючи обмеженість традиційних систем. Виявлено ключові бар'єри впровадження: дефіцит фахівців із подвійними компетенціями, низький рівень цифрових навичок персоналу та складна інтеграція із застарілою IT-інфраструктурою. Запропоновано рекомендації, що наголошують на необхідності технологічних змін та інвестицій у розвиток людського капіталу.
Ключові слова: *технологія розподіленого реєстру, обліково-аналітичне забезпечення, потрійний облік, безперервний аудит, цифрова економіка, смарт-контракти, кадрові компетенції.*

Distributed ledger technology (DLT) provides a fundamental methodological basis for strengthening control and enhancing the reliability of accounting. It shifts trust to the cryptographic level and enables triple-entry accounting and continuous auditing, ensuring the immutability and integrity of accounting information. This article offers a comprehensive examination of the potential of Distributed Ledger Technology (DLT) as a foundation for the methodological transformation of accounting systems and enterprise financial control – specifically, the transition toward the paradigms of triple-entry accounting and continuous auditing – and develops recommendations for mitigating systemic challenges essential for ensuring the reliability of accounting information in the digital economy. The study employs conceptual, synthetic, and classification-systematizing analytical methods to assess the architecture of DLT systems and their suitability for accounting tasks. To provide a multifaceted evaluation of integration potential and related challenges, comparative, synergetic, SWOT, and risk analyses are applied. The research substantiates that adopting DLT technologies enables a fundamental methodological shift in accounting, facilitating the transition from traditional double-entry bookkeeping to Triple-Entry Accounting. It is demonstrated that the immutability, transparency, and cryptographic security of distributed ledgers enable the integration of accounting and analytical functions with emerging digital technologies (AI, IoT, and Big Data). This synergy forms the basis for Continuous Auditing, in which the control function is performed automatically and in real time. The study identifies the main systemic challenges of DLT implementation, including the acute shortage of specialists with dual expertise (accounting, auditing, and DLT), insufficient digital competencies of existing staff, and significant integration complications with legacy enterprise IT infrastructures (ERP systems). Additional risks arise from regulatory uncertainty regarding the legal status of crypto-assets and smart contracts, which hinders the standardization of accounting practices. The article proposes practical recommendations emphasizing that the successful implementation of DLT projects requires a comprehensive approach. This includes not only technological transformation (gradual integration and transition toward consortium-based DLT models) but also active development of human capital. Specifically, investment is required in retraining accounting and analytical personnel, creating new interdisciplinary educational programs focused on smart-contract deployment and DLT analytics, and adapting national accounting standards.
Keywords: *distributed ledger technology, accounting and analytical support, triple-entry accounting, continuous auditing, digital economy, smart contracts, professional competencies.*

Вступ

Сучасне економічне середовище переживає динамічну цифрову трансформацію, де ключову роль відіграють наскрізні технології, зокрема IoT, Big Data та AI. Ці інновації не лише підвищують продуктивність, але й генерують експоненціальне зростання обсягів трансакційної інформації. У цьому контексті обліково-аналітичне забезпечення потребує структурної модернізації, оскільки традиційні системи обліку та аудиту більше не задовольняють вимоги оперативності, прозорості та кіберстійкості, які диктує цифрова економіка.

Актуальність дослідження DLT обумовлена кількома системними чинниками. Традиційна система подвійного запису, базуючись на інституціональній довірі до централізованих посередників (адміністраторів ERP-систем), є вразливою до людського фактору, шахрайства та кіберзагроз, що обумовлює нагальну потребу в технологічно гарантованій достовірності даних. Прискорення господарської діяльності вимагає переходу від ретроспективного аудиту до безперервного моніторингу, що можливо лише за умови використання верифікованих та незмінних даних, які забезпечує DLT. Крім того, поширення токенізації та смарт-контрактів вимагає розробки нових методологічних підходів до обліку, класифікації та оцінки цифрових активів відповідно до міжнародних стандартів (МСФЗ).

Проблематика інтеграції блокчейн-технологій у фінансову та облікову сфери активно досліджується на міжнародному рівні, формуючи значний науковий доробок.

Дослідження Т. Альсарайра та А. Альроввад [1] акцентують на потенціалі блокчейну щодо забезпечення прозорості обліку. E. Abad-Segura та співавтори [2] вказують на необхідність зміни професійних компетенцій. Обґрунтовано перспективи синергії DLT з IoT та AI для автоматизованого контролю Abu Jahid та ін. [3] та S. Sachan і

X. Liu [4]. Фундаментальні аспекти потрійного обліку (Triple-Entry Accounting), центральні для DLT, детально проаналізовані, а Y. Zhang та S. C. Lu [9] пропонують моделі їх реалізації.

У вітчизняному просторі І. Бєлова та співавтори [5] розглядають цифрову трансформацію бізнес-процесів, а Ю. Вергелюк [6] – потенціал DLT, включаючи регуляторні аспекти. Аналізу ризиків, зокрема кібербезпеки та вразливості смарт-контрактів, присвячені праці Л. Іванченкової та ін. [8]. С. Є. Савчук висвітлює проблеми оцінки та відображення цифрових активів у фінансовій звітності. Таким чином, у науковому середовищі сформовано значну базу щодо концептуальних засад DLT та її переваг.

Незважаючи на зростаючий інтерес до DLT в обліково-аналітичній сфері, існують ключові дослідницькі прогалини та невирішені проблеми, які обмежують її масштабне впровадження. Залишаються недостатньо розробленими питання методологічної інтеграції DLT в конкретні облікові процеси, а також комплексна стратегія подолання системних викликів (регуляторних, правових, кадрових), які перешкоджають масштабуванню DLT-рішень в обліково-аналітичному забезпеченні.

Формулювання цілей статті

Мета роботи – дослідити потенціал технології розподіленого реєстру (DLT) як основи для фундаментальної методологічної трансформації системи обліку та фінансового контролю підприємств (перехід до парадигми потрійного обліку та безперервного аудиту), а також надати рекомендації щодо мінімізації системних викликів (регуляторних, правових, кадрових), необхідних для забезпечення надійності облікової інформації в умовах цифрової економіки.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань: аналіз концептуальних засад DLT та її ролі у цифровій економіці; оцінка інтеграції DLT з іншими наскрізними цифровими технологіями (AI, IoT, Big Data), яка створює інфраструктуру для безперервного аудиту та оперативного управлінського аналізу; розгляд методологічного забезпечення обліку цифрових активів; визначення системних викликів та ризиків впровадження; розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності в обліково-аналітичному забезпеченні.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сучасна економічна система характеризується прискореною цифровізацією та експоненційним зростанням транзакційної інформації, що генерується наскрізними технологіями, такими як інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data) та штучний інтелект (AI). У цьому контексті, традиційні облікові системи демонструють обмежену здатність до забезпечення оперативності та достовірності даних.

Технологія розподіленого реєстру (DLT) виступає інфраструктурним рішенням, здатним гармонізувати обліково-аналітичне забезпечення, забезпечуючи синергію з іншими цифровими технологіями. DLT трансформує інституціональну довіру (залежить від державних органів) у криптографічну (забезпечену математичними алгоритмами), що є основою цифрової довіри.

Фундаментальна перевага DLT полягає у забезпеченні технологічної надійності облікової інформації шляхом переведення контрольної функції на рівень математичних алгоритмів, де верифікація достовірності інтегрована безпосередньо в механізм обліку.

Інноваційна структура DLT-систем, складові якої наведено на рис. 2 (зокрема, розподіл, шифрування, незмінність, токенізація та децентралізація), детермінує ключові параметри, які є критичними для фінансових транзакцій: прозорість, безпеку та доступність [8].

Архітектура DLT інтегрує наявні технології у розподілений реєстр, де децентралізація та синхронізоване зберігання виключають єдину точку відмови. Шифрування забезпечує криптографічний захист транзакцій і ідентифікації учасників, а принцип незмінності гарантує цілісність облікової інформації. Токенізація надає цифрове представлення фінансових цінностей і прав. Функціональна ефективність системи залежить від взаємодії всіх компонентів, оскільки відсутність будь-якого елементу повертає до централізованих парадигм.

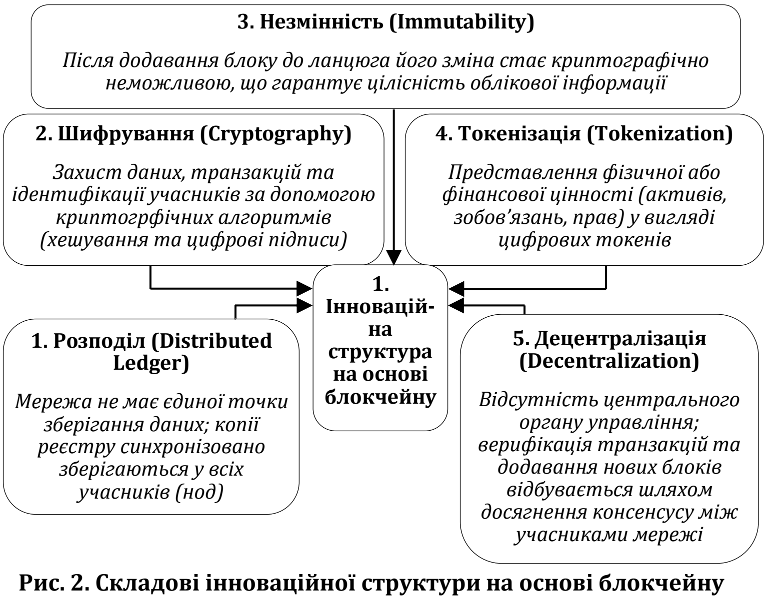

Рис. 2. Складові інноваційної структури на основі блокчейну

Джерело: складено авторами на основі [8]

Застосування DLT формує нову парадигму безперервного аудиту (Continuous Auditing), де контроль цілісності здійснюється криптографічним хешуванням, а достовірності – консенсус-алгоритмами. Перевірка зміщується від ретроспективного аудиту до контролю транзакцій у момент їх здійснення.

Ключовими об'єктами контролю стають алгоритми смарт-контрактів, які автоматично забезпечують відповідність попередньо закодованим правилам, консенсус-алгоритми для підтвердження достовірності транзакцій та постійний аудиторський слід, що фіксує кожну транзакцію як незмінну криптографічно захищену одиницю з міткою часу.

Роль аудитора трансформується від рутинної перевірки до аналітичної та прогностичної діяльності: оцінка ризиків, виявлення шахрайських схем, верифікація коду смарт-контрактів та забезпечення стійкості цифрової звітності. Комплексне використання DLT і смарт-контрактів мінімізує ризики фальсифікації фінансової інформації, підвищуючи економічну безпеку підприємства.

Наразі виділяють три домінуючі архітектурні моделі DLT-систем (табл. 1), функціональна придатність яких визначається цілями обліку та аудиту [6].

Публічний блокчейн забезпечує максимальну прозорість і незалежну валідацію, що робить його придатним для зовнішнього аудиту та звітності публічним стейкхолдерам. Приватні системи є оптимальними для внутрішнього контролю та управлінського обліку завдяки високій швидкості обробки даних і підвищеному рівню конфіденційності. Консорціумна модель ефективно застосовується для розв'язання міжорганізаційних завдань, зокрема аудиту ланцюгів постачання та здійснення міжбанківських розрахунків.

Таблиця 1. Архітектурні моделі DLT-систем та їх функціональна придатність для обліково-аудиторських процесів

Властивості	Публічний (public)	Приватний (private)	Консорціумний (consortium)
Характеристика	Децентралізована мережа, відкритий доступ до транзакцій.	Централізований контроль (однією організацією); доступ лише авторизованим користувачам.	Гібридна модель з розподіленим управлінням між кількома уповноваженими учасниками.
Переваги	Максимальна достовірність та незмінність даних; основа для незалежної верифікації та зовнішньої звітності.	Висока швидкість обробки; ефективний контроль доступу; забезпечення конфіденційності; спрощена інтеграція з ERP.	Оптимальний баланс прозорості (конфіденційності); підвищена надійність; зниження трансакційних витрат на узгодження; сприяння стандартизації.
Ризики	Обмежена масштабованість (швидкість); високі операційні витрати; відсутність конфіденційності.	Ризик централізації та маніпуляцій; високі адміністративні витрати; обмежена прозорість для зовнішнього аудиту.	Складність координації та узгодження технічних/правових норм; ризик олігополії контролю.
Типові сфери застосування	Зовнішній аудит, верифікація відкритих операцій, звітність для інвесторів.	Внутрішній (управлінський облік), автоматизація внутрішніх фінансових операцій.	Міжорганізаційний облік, аудит ланцюгів поставок, міжбанківські розрахунки.

Джерело: складено авторами на основі [6].

Еволюція блокчейну проходить такі три фази [7]: 1) операційне вдосконалення на базі DLT, що вирішує технічні та організаційні виклики первинної імплементації; 2) реінжиніринг ділових відносин через токенізацію та смарт-контракти, що формує нові бізнес-моделі; 3) інтеграція DLT з іншими цифровими системами для розвитку автономних транзакцій і саморегульованих процесів.

DLT є основою методологічної трансформації обліку: класична система подвійного запису доповнюється третім криптографічно захищеним записом у розподіленому реєстрі (Triple-Entry Accounting) [2; 9], що формує незмінний цифровий слід і забезпечує цілісність фінансових даних. У табл. 2 наведено порівняння традиційних ERP-систем з DLT-системами.

Таблиця 2. Порівняння концептуальних та архітектурних характеристик традиційних ERP-систем і технології DLT

Характеристика	Традиційна ERP-система	Технологія DLT (Блокчейн)
Архітектура	Централізована база даних.	Розподілений та децентралізований реєстр.
Довіра	Інституціональна (залежить від адміністратора).	Криптографічна (забезпечується консенсусом).
Незмінність даних	Можливість коригування або видалення записів.	Незмінність (Immutability): записи захищені хешуванням.
Облік	Подвійний запис	Потрійний запис (Triple-Entry).
Контроль/Аудит	Ретроспективний, періодичний.	Безперервний аудит (Continuous Auditing).

Джерело: складено авторами на основі [2; 9].

Як показано в табл. 2, DLT формує самоверифіковану систему з інтегрованими механізмами перевірки достовірності, що забезпечує автоматизований і безперервний аудит на відміну від ретроспективного контролю, притаманного традиційним ERP-системам. Інтеграція DLT з ERP є важливою, оскільки DLT виконує функцію криптографічної надбудови, гарантуючи достовірність ключових транзакцій.

Ефективність DLT зростає при інтеграції з AI, IoT та Big Data, забезпечуючи повний цикл цифровізації [3; 10]. Така інтеграція створює надійну, саморегульовану та високоавтоматизовану обліково-аналітичну систему. Переваги інтеграції цифрових технологій в обліку та аудиті наведено в табл. 3.

Кожна технологія виконує унікальну, але взаємозалежну роль. IoT автоматично реєструє господарські операції та безпосередньо заносить їх до реєстру, мінімізуючи вплив людського фактору й підвищуючи об'єктивність даних [3]. Блокчейн (DLT) забезпечує незмінність, достовірність і своєчасність цих даних та ініціює смарт-контракти на їх основі. Big Data забезпечує зберігання та аналітичну обробку великих обсягів транзакційних даних, створюючи основу для стратегічного аналізу [11]. Штучний інтелект (AI) переводить аудит у режим безперервного контролю, виявляючи аномалії, шахрайство чи відхилення від політик у реальному часі [4].

Таблиця 3. Інтеграція цифрових технологій в обліку та аудиті

Технологія	Роль в інтегрованій системі	Призначення в інтегрованій обліковій системі
IoT (Інтернет речей)	Постачальник даних (автоматична реєстрація фізичних подій).	Усунення людського фактору на етапі первинного введення, забезпечення об'єктивності даних.
Блокчейн (DLT)	Незмінний реєстр (гарантія цілісності).	Забезпечення достовірності та своєчасності даних, ініціювання смарт-контрактів.
Big Data	Обробка та агрегація масивів транзакцій.	Сховище та аналітична обробка незмінних даних, що створює основу для стратегічного прийняття рішень.
AI (Штучний інтелект)	Аналітик/Аудитор: безперервний моніторинг.	Виявлення аномалій та потенційного шахрайства в реальному часі, переведення аудиту в режим безперервного контролю.

Джерело: складено авторами на основі [3; 4; 11].

Такий синергічний підхід забезпечує повний цикл цифровізації обліку та аудиту: від збору даних IoT і їхньої фіксації блокчейном до аналітики Big Data та моніторингу ризиків AI. Незважаючи на очевидні технологічні переваги, масштабування впровадження ускладнюється через відсутність прозорої методології оцінки економічної ефективності (ROI). Основні перешкоди: висока капіталомісткість інтеграції DLT із існуючими системами, складність кількісної оцінки нематеріальних вигод (довіра, зниження ризику шахрайства, спрощення комплаєнсу) та дефіцит стандартизації метрик.

Для повноцінної комерційної реалізації DLT необхідна уніфікована методологія оцінки економічної ефективності, що дозволить обґрунтовувати інвестиції, порівнювати проєкти та перетворювати технологічні переваги на фінансову вигоду.

Одним із ключових викликів цифрової економіки є створення уніфікованих методологій обліку віртуальних активів (криптовалют, токенів, NFT). Недостатня регуляторна визначеність призводить до неоднозначного відображення цих активів у фінансовій звітності, знижуючи її порівнянність і достовірність.

Цифрові активи класифікуються за економічною сутністю відповідно до МСФЗ: платіжні токени (Bitcoin, Ether) виконують функцію засобу обміну і відображаються як нематеріальні активи (МСБО 38) або запаси (МСБО 2); токени корисності надають доступ до продукту чи послуги і для емітента відображаються як передплата чи відстрочений дохід, для власника – як нематеріальні активи або запаси; токени-цінні папери засвідчують права власності і відображаються як фінансові активи (МСФЗ 9).

Висока волатильність криптоактивів ускладнює застосування принципу історичної вартості. Для неінвестиційних суб'єктів рекомендовано вести облік як нематеріальні активи за собівартістю з амортизацією та збитками від знецінення; за наявності активного ринку допустима оцінка за справедливою вартістю, що підвищує релевантність фінансової інформації.

Технологія DLT забезпечує точність і простежуваність операцій: незмінний запис із датою придбання, собівартістю та комісіями важливий для податкового обліку та аудиту. Крім того, DLT трансформує управління ланцюгами поставок, забезпечуючи наскрізну прозорість активів та зменшуючи інформаційну асиметрію і недовіру між контрагентами, на відміну від фрагментованих традиційних SCM-систем.

Обліково-аналітична простежуваність забезпечується цифровим паспортом активу на базі DLT, що акумулює незмінні дані про походження, сертифікати, умови зберігання та перехід права власності [13]. Це впливає на такі ключові обліково-аналітичні процеси:

1. Точність інвентаризації та управлінський облік. Дані про переміщення та стан активів оновлюються в реальному часі через IoT, інтегровані з DLT, що дозволяє автоматично коригувати запаси (МСБО 2) і підвищує оперативність управлінської інформації.

2. Автоматизація розрахунків і фінансовий контроль. Смарт-контракти виконують платежі після підтвердження умов, знижуючи потребу в посередниках та підсилюючи контроль за дебіторською й кредиторською заборгованістю.

3. Зовнішній аудит і комплаєнс (ESG). DLT створює незмінний аудиторський слід для перевірки відповідності стандартам, що критично для фармацевтики, енергетики, АПК тощо.

DLT забезпечує прозорість ланцюга поставок, автоматизує звірку та міжорганізаційні розрахунки, скорочуючи часові та фінансові витрати, а також сприяє формуванню фінансової звітності в реальному часі [5]. Інтеграція з XBRL [6] стандартизує фінансові звіти забезпечує машинну обробку даних завдяки унікальним тегам Таксономії UA XBRL МСФЗ.

Поєднання DLT та XBRL створює автоматизований цикл обліку та контролю: DLT гарантує цілісність первинних даних, а XBRL – їх стандартизацію та ефективну обробку, забезпечуючи швидкий аналіз фінансового стану підприємств (табл. 4).

Таблиця 4. Порівняння традиційного та XBRL-методу подання фінансової звітності

Критерій порівняння	Традиційний метод (PDF, Excel)	XBRL-метод (машино-читний)
Формат даних	Неструктурований або напівструктурований; орієнтований на читання людиною.	Структурований, тегований (XML-базований); орієнтований на програмну обробку.
Швидкість обробки	Низька; вимагає ручного введення, конвертації та звірки даних.	Висока; автоматичне завантаження, агрегація та порівняння даних.
Ризик помилок	Високий; через ручну обробку та відсутність єдиної валідації.	Низький; вбудовані правила валідації (перевірка математичних та логічних зв'язків).
Можливість порівняння	Низька; залежить від індивідуального формату звітності компаній.	Висока; заснована на єдиній, уніфікованій Таксономії (стандартизація показників).
Ефективність аудиту	Ретроспективний, вимагає значних часових витрат на вибірку та звірку.	Автоматизований, дозволяє використання спеціалізованих інструментів аналізу структурованих даних.

Джерело: складено авторами на основі [4; 11]

Застосування XBRL відображає глобальну тенденцію до уніфікації цифрової звітності, що є передумовою ефективного використання DLT в обліково-аналітичному забезпеченні.

Блокчейн сприяє трансформації обліково-аудиторської функції, автоматизуючи рутинні процеси та одночасно підвищуючи значення аналітичних, стратегічних і цифрових компетенцій [9]. Ключові зміни систематизовано в табл. 5.

Таблиця 5. Трансформація компетенцій фахівців з обліку та аудиту

Аспект	Традиційна роль	Нова роль
Основна функція	Реєстрація та звірка минулих транзакцій.	Аналіз та інтерпретація даних в реальному часі. Стратегічне консультування.
Робота з даними	Ручне введення даних, вибіркова перевірка.	Автоматизований збір даних; аналіз повних наборів даних (Big Data).
Фокус аудиту	Аудит фінансової звітності (ex-post).	Аудит систем, логіки смарт-контрактів (ex-ante) та безперервний моніторинг.
Ключові навички	Знання стандартів (П(С)БО, МСФЗ), податкове право, уважність до деталей.	Аналіз даних, розуміння DLT, кібербезпека, IT-аудит, програмування (базове).
Взаємодія	Внутрішній персонал, податкові органи.	Міждисциплінарні команди (IT-розробники, юристи, аналітики даних).

Джерело: складено авторами на основі [9]

У бухгалтерському обліку блокчейн автоматизує введення даних, звірки та формування базової звітності. Незмінність записів і спільний доступ до розподіленого реєстру знижують потребу в ручній перевірці, трансформуючи роль бухгалтера в стратегічного аналітика та бізнес-консультанта, який контролює цілісність системи та бере участь у розробленні логіки смарт-контрактів. Професійний статус бухгалтера підвищується завдяки активній участі у цифровому управлінні.

Для аудиторів відбувається перехід від ретроспективного вибіркового аудиту до безперервного аудиту в режимі реального часу. Прямий доступ до блокчейн-мережі дозволяє контролювати всі транзакції та оцінювати бізнес-логіку смарт-контрактів і надійність внутрішнього контролю. Аудитор стає консультантом із управління ризиками в цифровому середовищі, що потребує знань цифрової аналітики, криптографії, кібербезпеки та програмування смарт-контрактів. Виклики виникають щодо забезпечення незалежності перевірки у приватних і консорціумних мережах, де корисними є технології Zero-Knowledge Proofs.

Впровадження DLT у обліково-аналітичну практику стикається з інтеграційними труднощами: адаптація централізованих ERP-систем до децентралізованого середовища вимагає модернізації програмного забезпечення, реінжинірингу бізнес-процесів та інвестицій у цифрову інфраструктуру [12; 14]. Регуляторна та стандартизаційна невизначеність ускладнює оцінку та аудит операцій із криптоактивами, підвищуючи ризики для інвесторів [5]. Кадровий аспект полягає у трансформації ролей бухгалтерів і аудиторів від виконавців до аналітиків і консультантів, що працюють із DLT, смарт-контрактами та криптографією, що потребує оновлення освітніх програм і розвитку цифрових компетентностей [9].

Технологічні ризики охоплюють низьку довіру до автоматизованих систем, уразливість смарт-контрактів і допоміжних систем, а також потенційні збої чи витоки даних. Організаційні бар'єри пов'язані з невідповідністю законодавства темпам змін, опором персоналу та низькою залученістю користувачів, що сповільнює формування блокчейн-екосистем. Соціально-економічний ефект проявляється у скороченні рутинних функцій, відкриваючи можливості для розвитку аналітичних, консультативних і стратегічних ролей.

Для оцінки потенціалу та ризиків впровадження блокчейну доцільно застосовувати SWOT-аналіз, що дозволяє виявити сильні та слабкі сторони організацій, а також зовнішні можливості й загрози технологічної, нормативної та ринкової складових [1; 7]. Такий підхід корисний для блокчейн-технологій, які поєднують прозорість і автоматизацію фінансової інформації з ризиками високих витрат, складної інтеграції та нормативної невизначеності. Рис. 3 демонструє детальну характеристику сильних і слабких сторін, можливостей і загроз застосування блокчейну в обліку та аудиті.

SWOT-АНАЛІЗ

Сильні сторони (Strengths)
1. Незмінність (Immutability) – захищений від втручань аудиторський слід.
2. Прозорість і доступність – єдина версія даних для всіх учасників.
3. Децентралізація – усунення єдиної точки відмови та підвищення надійності зберігання даних.
4. Автоматизація (Smart-контракти) – автоматичне виконання умов договорів та стандартних операцій.

Слабкі сторони (Weaknesses)
1. Високі початкові витрати – інвестиції в інтеграцію з ERP-системами та інфраструктуру.
2. Проблеми масштабованості – обмежена пропускна здатність публічних блокчейнів.
3. Складність технології – високий поріг входу для персоналу та менеджменту.
4. Недостатня інтероперабельність – складність взаємодії з різними блокчечейн-протоколами та legacy-системами.

Можливості (Opportunities)
1. Аудит в реальному часі – перехід від ретроспективного контролю до безперервного моніторингу.
2. Зниження шахрайства – ускладнення маніпуляцій із фінансовою звітністю завдяки незмінності записів.
3. Нові ринки та токенізація – облік цифрових активів та токенізованих реальних активів.
4. Підвищення ефективності – скорочення часу на звірки між контрагентами та банками.

Загрози (Threats)
1. Регуляторна невизначеність – відсутність чітких правових та податкових стандартів, особливо в Україні.
2. Відсутність стандартів обліку – повільна адаптація МСФЗ і П(С)БО до криптоактивів та DLT-операцій.
3. Кібербезпека – ризики атак на смарт-контракти та проблеми безпеки приватних ключів.
4. Опір змінам – небажання персоналу і керівництва переходити на нові процеси.

Рис. 1. SWOT-аналіз застосування блокчейну в обліку та аудиті. *Джерело: складено авторами.*

Аналіз показує, що ключові переваги блокчейну – незмінність і прозорість даних – вирішують фундаментальні проблеми обліку, зокрема інформаційну асиметрію та ризик маніпуляцій, та сприяють трансформації аудиту від ретроспективної моделі до безперервного моніторингу в реальному часі. Децентралізація та смарт-контракти забезпечують автоматизацію процедур, підвищують надійність зберігання даних і формують єдине джерело фінансової інформації для всіх учасників облікового процесу.

Водночас впровадження блокчейну обмежується високими витратами інтеграції, технологічною складністю, низькою сумісністю з ERP-системами, регуляторною невизначеністю та відсутністю єдиних стандартів обліку й аудиту криптоактивів [5]. Виникає розрив між технологічним потенціалом блокчейну та рівнем організаційно-правової готовності підприємств, що потребує інвестицій у цифрову інфраструктуру й формування нормативних рамок та професійних стандартів.

У цьому контексті роль аудитора змінюється: він стає аналітиком системного контролю, оцінюючи смарт-контракти та автоматизовані процедури до їх виконання. Інтеграція блокчейн-технологій супроводжується комплексом технологічних, організаційних, правових та етичних ризиків, узагальнених у табл. 6.

Аналіз ризиків впровадження блокчейн-технологій у бухгалтерський облік і аудит показує, що найбільш уразливими залишаються організаційний та правовий рівні. Незважаючи на технологічну готовність, застосування ускладнюють нестача кваліфікованих спеціалістів та відсутність чіткої нормативної бази. Регуляторна невизначеність щодо правового статусу криптоактивів, смарт-контрактів і оподаткування створює «сіру зону», підвищуючи юридичні ризики та стримуючи інвестиції.

Етичні питання пов'язані з конфіденційністю, можливістю коригування помилок та прозорістю транзакцій, що потребує балансу між децентралізацією та захистом персональних даних. Часткове вирішення забезпечують приватні або консорціумні блокчейни. Ризики зміщуються від маніпуляцій інформацією до технічних викликів – помилок у смарт-контрактах, компрометації ключів і кіберзагроз. Ключовим джерелом ризику стає недостатня компетентність користувачів.

Успішне впровадження блокчейну потребує скоординованих дій усіх стейкхолдерів. Регулятори (НБУ, Мінфін, НКЦПФР) формують нормативні умови: визначають статус цифрових активів і юридичну силу смарт-контрактів, адаптують П(С)БО та узгоджують МСФЗ із податковими вимогами. Освітні установи мають подолати кадровий дефіцит через модернізацію програм і розвиток цифрових компетенцій бухгалтерів та аудиторів.

Бізнес і аудиторські компанії повинні запускати пілотні проєкти в ланцюгах постачань, міжфірмових розрахунках і аудиті смарт-контрактів для оцінки ефективності та ризиків технології. Міжнародні аудиторські мережі (Deloitte, PwC, EY, KPMG) інвестують у методології аудиту DLT та інструменти аналізу незмінних блокчейн-даних.

Узагальнені рекомендації для стейкхолдерів наведено в табл. 7.

Таблиця 6. Матриця ризиків впровадження блокчейну в обліку та аудиті

Категорія ризику	Опис ризику	Наслідки для обліку та аудиту
Технологічні	Вразливості смарт-контрактів: помилки в коді можуть призвести до фінансових втрат. «Атака 51%»: зміна історії транзакцій у публічних PoW-мережах. Управління ключами: втрата або компрометація приватних ключів. Високе енергоспоживання мереж PoW.	Аудит коду смарт-контрактів; розробка процедур відновлення доступу; підвищення ролі цифрових компетенцій.
Організаційні	Дефіцит компетенцій бухгалтерів. Високі витрати на впровадження та навчання персоналу. Опір персоналу через страх автоматизації. Відсутність стандартів інтеграції DLT.	Низька якість впровадження; ризик «тіньового» обліку; подвоєння витрат; потреба в управлінні змінами.
Правові (регуляторні)	Регуляторна невизначеність щодо криптоактивів та смарт-контрактів. Проблеми юрисдикції через децентралізацію. Невизначеність оподаткування цифрових активів.	Неможливість коректного відображення операцій у фінансовій та податковій звітності; високі юридичні та податкові ризики.
Етичні	Конфіденційність та прозорість: ризик розкриття комерційної таємниці. Незворотність помилок: складність реалізації «права на забуття» (GDPR). Концентрація влади серед розробників протоколів чи операторів вузлів.	Порушення законодавства про захист персональних даних; неможливість стандартного виправлення бухгалтерських помилок, потреба в зворотних коригувальних записах.

Джерело: складено авторами на основі [5; 14].

Таблиця 7. Матриця рекомендацій для стейкхолдерів у впровадженні блокчейну в облік та аудит

Стейкхолдер	Ключові рекомендації	Очікуваний результат
Державні регулятори	1. Забезпечити правову визначеність: прийняття законодавства щодо цифрових активів і юридичної сили смарт-контрактів. 2. Актуалізувати стандарти обліку: адаптація П(С)БО та надання методологічних роз'яснень щодо застосування МСФЗ (зокрема IFRS 9, IAS 38) у DLT-системах.	Створення прозорого та передбачуваного правового поля для інвестицій і впровадження блокчейн-рішень; забезпечення коректності фінансової та податкової звітності.
Освітні установи	1. Модернізувати навчальні програми: інтеграція курсів з Data Science, IT-аудиту, кібербезпеки та принципів DLT в облікові та аудиторські спеціальності. 2. Організувати програми підвищення кваліфікації та перепідготовки для діючих бухгалтерів і аудиторів.	Подолання дефіциту кваліфікованих кадрів; підготовка фахівців, здатних ефективно працювати в умовах цифрової трансформації та інтегрованих технологічних систем.
Бізнес та аудиторські фірми	1. Запуск пілотних проєктів у критичних сферах (ланцюги постачань, міжфірмові розрахунки) для оцінки ефективності та ризиків. 2. Інвестиції в розвиток персоналу: внутрішнє навчання та перекваліфікація співробітників. 3. Розробка та впровадження нових методологій аудиту DLT-систем, включно з аудитом смарт-контрактів.	Накопичення практичного досвіду; підвищення конкурентоспроможності; розвиток ринку аудиторських послуг для DLT; зниження ризиків помилок і шахрайства.

Джерело: складено автором.

Таким чином, для повноцінного розвитку блокчейн-технологій в Україні необхідне формування національної стратегії, що поєднує правові, методологічні, організаційні та освітні компоненти. Подальші перспективи розвитку DLT в обліково-аналітичному забезпеченні охоплюють: токенізацію активів, упровадження Zero-Knowledge Proofs (ZKP) і інтеграцію з децентралізованими фінансами (DeFi).

Висновки та перспективи подальших розвідок

Проведений аналіз підтверджує, що технологія розподіленого реєстру (DLT) є не лише інструментом автоматизації, а й методологічною основою підвищення контролю та надійності обліково-аналітичних процесів у цифровій економіці. Її ключова функція полягає у трансформації інституціональної довіри до посередників у криптографічну довіру, інтегровану безпосередньо в протокол обліку.

DLT забезпечує перехід від подвійного до потрійного обліку (Triple-Entry Accounting), де захищений третій запис виступає незалежним джерелом аудиторських доказів. Це знижує інформаційну асиметрію та формує основу для безперервного аудиту, усуваючи часові розриви між здійсненням операції та її перевіркою.

Синергія DLT з наскрізними цифровими технологіями (AI, IoT, Big Data) створює передумови для автоматизації контролю, однак потребує уніфікованої методології кількісної оцінки економічної ефективності (ROI) впровадження у конкретних облікових процесах. Серед ключових бар'єрів масового застосування визначено недостатню узгодженість принципів DLT із чинними нормативно-правовими та обліковими стандартами, а також необхідність нових підходів до управління ризиками, зокрема помилкового кодування смарт-контрактів, ризиків децентралізованого управління та кіберзагроз, пов'язаних із захистом приватних ключів.

На основі виявлених проблем сформовано дорожню карту переходу до масштабованих DLT-рішень для бізнесу та регуляторів. Пріоритетними є створення уніфікованої правової бази, розробка національних стандартів щодо визнання смарт-контрактів як первинних документів та адаптація облікових стандартів (зокрема МСФЗ) для відображення операцій з криптоактивами та токенізованими зобов'язаннями.

Забезпечення стійкого впровадження DLT потребує методології вимірювання ROI, заснованої на верифікованих метриках економічної вигоди, зокрема зниження трансакційних витрат та прискорення звірки даних. Одночасно мінімізація технологічних ризиків потребує обов'язкового аудиту смарт-контрактів і впровадження захищених систем управління приватними ключами.

Формування кваліфікованого людського капіталу є критичною передумовою розвитку галузі. Необхідні інвестиції у міждисциплінарну освіту, що поєднує компетенції в обліку, криптографії, кодуванні та децентралізованих фінансах (DeFi). У результаті DLT формує інтегровану систему цифрового обліку й аудиту, де прозорість, автоматизація та довіра стають ключовими чинниками фінансової стійкості.

Подальші дослідження будуть спрямовані на теоретико-методологічне обґрунтування токенізації енергетичних ресурсів в агропромисловому комплексі на базі DLT, дослідження економічних механізмів P2P-торгівлі в рамках децентралізованих енергетичних ринків (DER) та розробку концептуальної моделі функціонування мікроенергетичних мереж (Microgrids).

Література

1. Альсарайра Т., Альроввад А. Інтеграція блокчейн-технологій для забезпечення прозорості бухгалтерського обліку. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice.* 2025. № 2(61). С. 206–217. DOI: https://doi.org/10.55643/fcaptp.2.61.2025.4684.
2. Abad-Segura E., Infante-Moro A., González-Zamar M. D., López-Meneses E. Influential factors for a secure perception of accounting management with blockchain technology. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2024. Vol. 10, № 2. Article 100264. DOI: https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100264.
3. Abu Jahid, Alsharif M. H., Hall T. J. The convergence of blockchain, IoT and 6G: Potential, opportunities, challenges and research roadmap. *Journal of Network and Computer Applications*. 2023. Vol. 217. 103677. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jnca.2023.103677.
4. Sachan S., Liu X. (Lisa) Blockchain-based auditing of legal decisions supported by explainable AI and generative AI tools. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 129. 107666. DOI: https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107666.
5. Белова І., Гомотюк А., Ярощук О. Цифрова трансформація управлінських та бізнеспроцесів в Україні під час воєнного стану. *Економічний аналіз.* 2024. Т. 34, № 1. С. 42–52. DOI: https://doi.org/10.35774/econa2024.01.042.
6. Вергелюк Ю. Потенціал використання блокчейн-технологій на фінансовому ринкую. *Економіка та суспільство*. 2022. № 38. С. 38–15. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-15.
7. Garanina T., Ranta M., Dumay J. Blockchain in accounting research: current trends and emerging topics. *Accounting, Auditing & Accountability Journal.* 2022. Vol. 35, No. 7. P. 1507–1533. DOI: https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4991.
8. Ivanchenkova L., Shevtsiv L., Beisenova L., Shakharova A., Berdiyorov T. Analysis of the risks of using the blockchain technology in the accounting and audit of a fuel and energy complex enterprise. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2023. Vol. 13. pp. 316–321. DOI: https://doi.org/10.32479/ijeep.14047.
9. Sheela S., Alsmady A. A., Tanaraj K., Izani I. Navigating the future: blockchain's impact on accounting and auditing practices. *Sustainability.* 2023. Vol. 15, №. 24. P. 16887. DOI: https://doi.org/10.3390/su152416887.
10. Blockchain applications within financial services industry worldwide as of 2021. Statista. URL: https://surl.li/sunhok.
11. Malhotra A. A Cost-Effective Energy Distribution Scheme for Electric Vehicles Using GAMS Optimization. 2023 International Conference on Power Energy, Environment & Intelligent Control (PEEIC), Greater Noida, India, 2023. P. 46–48. DOI: https://doi.org/10.1109/PEEIC59336.2023.10450912.
12. Matsuoka D., Hackett R., Zhang J., Zinn S., Lazzarin E. State of Crypto 2025: The year crypto went mainstream. a16zcrypto. 2025. URL: https://surl.li/kllqsa.
13. Saheb S. S., Reddy C. V. K., Divya D., Sirisha C., Bhavani C. N., Kunchakara R. S. Factors leading to the adoption of blockchain technology in financial reporting. *Frontiers in Blockchain*. 2025. Vol. 8. DOI: https://doi.org/10.3389/fbloc.2025.1491609.
14. Ethical Guidelines for Blockchain Systems. URL: https://surl.li/ncbyqp.

References

1. Alsarayreh, T., & Alrowwad, A. (2025). Intehratsiia blokchein-tekhnolohii dlia zabezpechennia prozorosti bukhhalterskoho obliku [Integration of blockchain technologies to ensure accounting transparency]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, No. 2(61), Pp. 206–217. Available at: https://doi.org/10.55643/fcaptp.2.61.2025.4684.
2. Abad-Segura, E., Infante-Moro, A., González-Zamar, M. D., & López-Meneses, E. (2024). Influential factors for a secure perception of accounting management with blockchain technology. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, Vol. 10, No. 2, Article 100264. Available at: https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100264.
3. Abu Jahid, Alsharif, M. H., & Hall, T. J. (2023). The convergence of blockchain, IoT and 6G: Potential, opportunities, challenges and research roadmap. *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 217, 103677. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jnca.2023.103677.
4. Sachan, S., & Liu, X. (2024). Blockchain-based auditing of legal decisions supported by explainable AI and generative AI tools. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 129, 107666. Available at: https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107666.
5. Bielova, I., Homotiuk, A., & Yaroshchuk, O. (2024). Tsyfrova transformatsiia upravlinskykh ta biznes-protsesiv v Ukraini pid chas voiennoho stanu [Digital transformation of management and business processes in Ukraine during martial law]. *Ekonomichnyi analiz*, Vol. 34, No. 1, Pp. 42–52. Available at: https://doi.org/10.35774/econa2024.01.042.
6. Verheliuk, Yu. (2022). Potentsial vykorystannia blokchein-tekhnolohii na finansovomu rynku [Potential for using blockchain technologies in the financial market]. *Ekonomika ta suspilstvo*, No. 38, Pp. 38–15. Available at: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-15.
7. Garanina, T., Ranta, M., & Dumay, J. (2022). Blockchain in accounting research: current trends and emerging topics. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 35, No. 7, Pp. 1507–1533. Available at: https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4991.
8. Ivanchenkova, L., Shevtsiv, L., Beisenova, L., Shakharova, A., & Berdiyorov, T. (2023). Analysis of the risks of using the blockchain technology in the accounting and audit of a fuel and energy complex enterprise. *International Journal of Energy Economics and Policy*, Vol. 13, Pp. 316–321. Available at: https://doi.org/10.32479/ijeep.14047.
9. Sheela, S., Alsmady, A. A., Tanaraj, K., & Izani, I. (2023). Navigating the future: blockchain's impact on accounting and auditing practices. *Sustainability*, Vol. 15, No. 24, Pp. 16887. Available at: https://doi.org/10.3390/su152416887.
10. Statista. (2021). *Blockchain applications within financial services industry worldwide as of 2021*. Available at: https://surl.li/sunhok.
11. Malhotra, A. (2023). A Cost-Effective Energy Distribution Scheme for Electric Vehicles Using GAMS Optimization. *2023 International Conference on Power Energy, Environment & Intelligent Control (PEEIC)*, Pp. 46–48. Available at: https://doi.org/10.1109/PEEIC59336.2023.10450912.
12. Matsuoka, D., Hackett, R., Zhang, J., Zinn, S., & Lazzarin, E. (2025). *State of Crypto 2025: The year crypto went mainstream*. a16zcrypto. Available at: https://surl.li/kllqsa.
13. Saheb, S. S., Reddy, C. V. K., Divya, D., Sirisha, C., Bhavani, C. N., & Kunchakara, R. S. (2025). Factors leading to the adoption of blockchain technology in financial reporting. *Frontiers in Blockchain*, Vol. 8. Available at: https://doi.org/10.3389/fbloc.2025.1491609.
14. *Ethical Guidelines for Blockchain Systems*. (2024). Available at: https://surl.li/ncbyqp.

Стаття надійшла до редакції / Received 26.10.2025 **Прийнята до друку / Accepted 10.11.2025**