

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-83-78>

УДК 005.7:658.7

РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ

DEVELOPMENT OF AN ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM FOR IMPLEMENTING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Кузяк Вікторія Вікторівна

кандидат економічних наук, доцент кафедри маркетингу і логістики,
Інститут економіки і менеджменту
Національного університету «Львівська політехніка»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4183-117X>

Заторський Данило Богданович

аспірант,
Інститут економіки і менеджменту
Національного університету «Львівська політехніка»
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7716-5522>

Kuziak Viktoria, Zatorskyi Danylo

Institute of Economics and Management of Lviv Polytechnic National University

Стаття присвячується розробці організаційно-економічного механізму впровадження блокчейн-технологій у системі управління ланцюгами постачання з метою зниження транзакційних витрат, мінімізації опортуністичної поведінки та формування інституційної довіри між учасниками. У роботі акцентовано увагу не на технічних аспектах функціонування розподілених реєстрів, а на питаннях координації інтересів суб'єктів, економічної доцільності цифровізації та формуванні стимулів до спільного використання достовірних даних. Введено коефіцієнт інституційної довіри як інтегральний параметр, що відображає рівень прийнятності даних без додаткових процедур перевірки та визначає динаміку зниження витрат і ризикових надбавок у взаємодії контрагентів. Отримані результати формують економіко-математичне підґрунтя для оцінювання ефективності впровадження блокчейн-рішень у логістичних системах.

Ключові слова: управління, ланцюги постачання, блокчейн, смартконтракти, масштабованість, логістика.

This article examines the theoretical foundations and practical design of an organizational-economic mechanism for implementing blockchain technologies in supply chain management. Modern supply chains operate in highly complex environments characterized by global dispersion, dynamic markets, and frequent information asymmetries, which often result in high transactional costs, limited transparency, and weak coordination among partners. While the literature has extensively documented the technological potential of distributed ledger systems for traceability and automation, less attention has been paid to the economic and organizational mechanisms necessary to realize these benefits in practice. The study reviews recent research on blockchain adoption in supply chains, identifying key determinants of successful implementation, including network structure, data governance, and participant readiness. It highlights that expected benefits depend critically on institutional and economic coordination, and that technological capability alone is insufficient for achieving performance improvements. Building on transaction cost economics and institutional theory, the article proposes an integrated mechanism encompassing regulatory, organizational, economic, and digital dimensions to align stakeholder incentives, reduce uncertainty, and optimize benefit allocation. Formal models compare transaction costs before and after blockchain adoption and introduce a trust coefficient to quantify improvements in information reliability. A weighted allocation model is also developed to distribute benefits proportionately across network participants. Conceptual diagrams illustrate the structure of the mechanism and interactions among key actors. The findings indicate that blockchain implementation, when supported by clear governance rules and economic incentives, can meaningfully lower coordination costs, enhance operational transparency, and strengthen trust in supply chain relationships. The proposed mechanism offers both theoretical insights into digital transformation and practical guidance for managers and policymakers seeking to leverage blockchain to improve supply chain performance.

Keywords: management, supply chains, blockchain, smart contracts, scalability, logistics.



Постановка проблеми. Сучасні ланцюги постачання функціонують в умовах зростаючої складності, що зумовлена глобальною розподіленістю учасників, високою динамікою ринків та потребою постійного обміну достовірними даними. За таких обставин дедалі більша частина витрат виникає не у виробництві чи транспортуванні, а у сфері погодження та підтвердження інформації між контрагентами.

Світовий банк відзначає, що рівень цифрової інтеграції інформаційних потоків безпосередньо впливає на швидкість переміщення товарів і конкурентоспроможність економік, тоді як інформаційні розриви залишаються суттєвим джерелом затримок у міжнародній торгівлі [1].

За відсутності спільного довіреного середовища компанії підтримують паралельні бази даних, здійснюють повторні перевірки та інвестують у складні процедури моніторингу. Така практика відповідає положенням інституційної економіки, згідно з якими недосконалі правила взаємодії ведуть до зростання витрат контролю, забезпечення контрактів і страхування ризиків [2].

Додатковим фактором невизначеності виступає поширення кіберзагроз. Дослідження у сфері міжнародної безпеки показують, що компрометація одного елемента мережі здатна спричинити каскадні наслідки для широкого кола партнерів, формуючи мультиплікативний ефект ризику [3].

Фінансовий масштаб проблеми підтверджується статистикою: у 2024 році середні глобальні втрати від одного витoku даних досягли 4,88 млн доларів США, що стало максимальним значенням за весь період спостережень [4].

Водночас емпіричні дослідження впливу інформаційно-комунікаційних технологій на логістичну ефективність демонструють, що цифровізація сама по собі не забезпечує покращення результатів без належної моделі управління даними, розподілу відповідальності та стимулювання учасників [5].

Отже, проблеми високих транзакційних витрат, уразливості цифрової взаємодії та дефіциту довіри зумовлюють необхідність формування комплексного організаційно-економічного механізму впровадження блокчейн-технологій, спрямованого на узгодження інтересів та зменшення витрат координації у ланцюгах постачання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика використання блокчейн-техно-

логій у ланцюгах постачання набула значної уваги в науковій літературі. Її здебільшого трактують як інструмент підвищення прозорості, простежуваності та автоматизації взаємодії між контрагентами. Водночас більшість робіт акцентує технологічні можливості, тоді як питання економічної координації залишаються менш формалізованими.

Систематичні дослідження показують, що ефект впровадження залежить від характеристик мережі, вимог до контролю та готовності учасників до обміну даними, а нестача масштабованих рішень ускладнює створення універсальних моделей управління [6].

Довіра розглядається як базова передумова функціонування розподілених систем: вона необхідна для прийняття інфраструктури і водночас повинна посилюватися завдяки використанню незмінного реєстру. Це потребує спеціальних інституційних механізмів відповідальності та стимулювання [7].

Моделі прийняття технологій свідчать, що підприємства орієнтуються насамперед на очікуване скорочення витрат взаємодії, підвищення прозорості та регуляторну підтримку [8]. Проте кількісне вимірювання результатів і принципи їх розподілу між учасниками зазвичай не отримують достатньої уваги.

На міжнародному рівні підкреслюється необхідність гармонізації стандартів і процедур доступу, особливо з урахуванням нерівномірної цифрової зрілості партнерів [9]. Отже, впровадження не зменшує роль управління, а підвищує вимоги до нього.

Аналітичні матеріали з розвитку торгівлі наголошують, що без підтримки більшості стейкхолдерів та зрозумілої моделі розподілу витрат і вигід навіть технічно ефективні рішення не виходять за межі пілотних проєктів [10].

У дослідженнях стійкості мереж також підкреслюється потреба балансу між відкритістю та контролем, що передбачає формалізацію правил узгодження інтересів [11].

Попри значну кількість публікацій, узагальнюючі огляди констатують домінування аналізу потенціалу інновації над розробленням практичних механізмів її впровадження і масштабування [12].

Отже, незважаючи на активність досліджень, недостатньо опрацьованими залишаються питання формалізації транзакційних витрат, оцінювання економічного ефекту та визначення принципів розподілу вигід між учасниками, що визначає спрямування подальшої роботи.

Постановка завдання. Метою даної статті є розробка організаційно-економічного механізму впровадження блокчейн-технологій у системі управління ланцюгами постачання, який забезпечує зниження транзакційних витрат, підвищення прозорості взаємодії та формування стійкої інституційної довіри між учасниками.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачається вирішення таких завдань: формування структурної моделі механізму впровадження; визначення економічних параметрів взаємодії суб'єктів; розробка формалізованого підходу до оцінювання змін у транзакційних витратах; обґрунтування принципів розподілу отриманих вигід між учасниками відповідно до їхнього внеску у створення спільного інформаційного середовища.

Реалізація зазначених завдань дозволить сформулювати теоретико-методичну основу для кількісної інтерпретації ефективності використання блокчейн-рішень у міжорганізаційній координації та створити підґрунтя для прийняття управлінських рішень щодо доцільності їх впровадження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Впровадження блокчейн-технологій у системі управління ланцюгами постачання доцільно розглядати як інституційно-економічну трансформацію механізмів координації між суб'єктами, у межах якої відбувається перерозподіл витрат контролю, відповідальності та довіри. Технологічна можливість незмінної фіксації подій набуває економічного змісту лише за умови формування узгоджених правил участі, доступу до інформації та розподілу вигід. В іншому випадку блокчейн залишається інфраструктурним елементом без впливу на поведінку агентів.

Ключовою проблемою міжорганізаційної взаємодії виступає інформаційна асиметрія, що породжує витрати перевірки, дублювання процедур та ризики опортуністичної поведінки. Формування спільного журналу подій змінює спосіб підтвердження фактів виконання операцій, однак ефективність такого переходу визначається не технічною архітектурою, а економічними стимулами учасників підтримувати достовірність даних та дотримуватися регламентів [13].

Організаційно-економічний механізм впровадження пропонується трактувати як систему взаємопов'язаних норм, процедур і мотиваційних інструментів, що забезпечують добровільну участь суб'єктів у спільному

інформаційному середовищі. Його метою є зниження транзакційних витрат, підвищення передбачуваності операцій та формування умов для масштабованої координації.

Механізм охоплює сукупність суб'єктів ланцюга постачання, серед яких виробники, постачальники, логістичні оператори, складські структури, дистриб'ютори, фінансові партнери та незалежні аудитори. Кожен із них виконує визначені функції щодо ініціювання, підтвердження або перевірки подій. Розподіл ролей має вирішальне значення, оскільки саме через нього визначається відповідальність за якість даних.

Надмірне розкриття інформації може змінювати стратегічну поведінку контрагентів, тому механізм повинен поєднувати прозорість із диференційованим доступом, забезпечуючи баланс між зменшенням невизначеності та захистом комерційних інтересів [14].

З позицій теорії транзакційних витрат, впровадження блокчейн-рішень змінює структуру витрат моніторингу та примусу, що впливає на вибір форм управління у ланцюгу створення вартості [15]. Однак сам факт наявності технології не гарантує досягнення економічного результату без прийняття її учасниками та належного інституційного налаштування [16].

Участь у механізмі є раціональною для суб'єкта лише тоді, коли очікувані вигоди перевищують витрати підключення та експлуатації з урахуванням рівня довіри до системи:

$$NB_i = \tau \cdot B_i - (C_i^{cap} + C_i^{op}) \geq 0$$

Де:

NB_i – чистий результат участі i -го суб'єкта;

B_i – очікувана вигода;

C_i^{cap} – капітальні витрати;

C_i^{op} – операційні витрати;

τ – коефіцієнт довіри.

Низьке значення τ свідчить про недостатню надійність процедур контролю та обмежує потенціал реалізації вигід. Відповідно, розвиток механізму передбачає нарощування охоплення операцій, стандартизацію даних і підсилення незалежного аудиту.

Нерівномірність розподілу ефектів може стримувати приєднання слабших учасників. З метою підтримання координації доцільним є застосування вагового принципу фінансування впровадження:

$$S_i = C^{tot} \cdot \frac{w_i}{\sum_{j=1}^N w_j}$$

Де:

S_i – частка витрат i -го учасника;

$C^{\{tot\}}$ – загальні витрати;

w_i – вага участі;

N – кількість суб'єктів.

Поєднання розподілу витрат із майбутнім розподілом вигід формує умови для досягнення колективної ефективності, що підтверджується дослідженнями контрактної координації при спільному впровадженні цифрових інструментів [17].

Зростання прозорості та підтверджуваності подій може впливати і на фінансові умови функціонування ланцюга постачання, зменшуючи витрати сигналізації та ризикові премії [18].

Перехід до спільної інфраструктури фіксації подій змінює логіку формування транзакційних витрат у ланцюгах постачання. Якщо у традиційних умовах кожен суб'єкт змушений підтримувати власні процедури перевірки, дублювання документів і контроль виконання зобов'язань, то за наявності узгодженого джерела істини частина таких витрат трансформується або зникає. Однак масштаб цього скорочення визначається рівнем довіри до механізму та ступенем охоплення операцій.

У базовому стані сукупні транзакційні витрати формуються як сума витрат пошуку інформації, переговорів, моніторингу, припусу та очікуваних ризикових втрат:

$$TC_0 = \sum_{k=1}^K (C_{search}^k + C_{barg}^k + C_{monitor}^k + C_{enforce}^k + C_{risk}^k)$$

Де:

TC_0 – сукупні транзакційні витрати у базовому (до впровадження механізму) стані;

k – індекс окремої операції, контракту або події у ланцюгу постачання;

K – загальна кількість операцій за досліджуваний період;

C_{search}^k – витрати пошуку, отримання та перевірки інформації щодо k -ї операції (ідентифікація контрагентів, підтвердження статусу вантажу, звірка документів тощо);

C_{barg}^k – витрати узгодження умов взаємодії та переговорних процедур;

$C_{monitor}^k$ – витрати моніторингу виконання домовленостей, контролю якості та дотримання термінів;

$C_{enforce}^k$ – витрати забезпечення виконання контрактних зобов'язань, включаючи врегулювання спорів та адміністративні процедури;

C_{risk}^k – очікувані економічні втрати, пов'язані з невизначеністю, затримками, помилками або можливими зловживаннями.

Зі зростанням прозорості та стандартизації даних зменшується необхідність у повторних перевірках і скорочується невизначеність щодо стану виконання операцій. Це узгоджується з висновками про те, що цифрова простежуваність у мережах постачання безпосередньо впливає на витрати координації та структуру контрактних відносин [19]. Після впровадження механізму частина витрат знижується відповідно до коефіцієнтів ефективності контролю:

$$TC_1 = \sum_{k=1}^K \left((1-\varphi_s)C_{search}^k + (1-\varphi_b)C_{barg}^k + (1-\varphi_m)C_{monitor}^k + (1-\varphi_e)C_{enforce}^k + (1-\varphi_r)C_{risk}^k \right) + O$$

Де:

Φ – відображають частку скорочення відповідних складових;

O – витрати функціонування механізму.

Таким чином, економічна результативність визначається співвідношенням між досягнутим скороченням витрат і додатковими витратами підтримки інфраструктури. Важливим фактором виступає не лише технологічна інтеграція, а й поведінкове прийняття нових правил взаємодії.

Ключовим параметром, що визначає масштаби зниження ризикової складової, є коефіцієнт довіри. Його зростання пов'язане з розширенням покриття процесів механізмом, підвищенням частоти верифікації та невідвротністю санкцій за внесення недостовірної інформації.

$$\tau = 1 - \rho e^{-\lambda q}$$

Де:

τ – рівень довіри;

ρ – базовий рівень ризику;

q – частка операцій, що проходять через механізм;

λ – інтенсивність контролю.

Зростання τ означає скорочення очікуваних втрат і підвищення передбачуваності взаємодії. Дослідження впливу цифрової прозорості на поведінку контрагентів показують, що саме поєднання спільного реєстру з організаційними процедурами контролю забезпечує найбільший ефект [20].

Скорочення витрат стає особливо помітним у тих сегментах, де раніше існувала висока частота спорів, невідповідностей у документації або затримок підтвердження виконання операцій. За цих умов механізм

дозволяє не лише зменшити витрати, але й підвищити швидкість обороту ресурсів, що формує додаткові економічні вигоди для всього ланцюга.

Досягнення зниження транзакційних витрат створює потенціал формування інтегрального економічного результату для всієї системи взаємодії. Водночас практична реалізація цього потенціалу залежить від того, яким чином отримані вигоди розподіляються між учасниками, оскільки нерівномірність ефектів може зменшувати стимули до підтримання спільної інфраструктури.

Економічний ефект виникає не лише за рахунок прямої економії ресурсів, але й через покращення оборотності капіталу, зниження потреби у страхових резервах, скорочення часу погодження операцій та підвищення передбачуваності виконання контрактів. Таким чином, блокчейн-механізм впливає як на витратну, так і на дохідну частину діяльності суб'єктів.

Узагальнений економічний результат доцільно представити у вигляді балансової залежності між скороченням витрат та додатковими вигодами, з одного боку, і витратами підтримки інфраструктури – з іншого.

$$E = (TC_0 - TC_1) + B_{fin} + B_{turn} - (A_{cap} + O)$$

Де:

E – економічний ефект;

TC_0 і TC_1 – витрати до та після впровадження;

B_{fin} – фінансові вигоди від підвищення довіри;

B_{turn} – вигоди від прискорення обороту;

A_{cap} – капітальні інвестиції;

O – операційні витрати.

Зростання прозорості здатне позитивно впливати на доступ до фінансування та умови кредитування, що підвищує привабливість участі у спільних цифрових системах.

Однак навіть при позитивному загальному ефекті можливі ситуації, коли частина учасників отримує більшу частку вигід, ніж інші. Це створює ризик дестабілізації координації та потребує формалізованого підходу до розподілу результатів.

Раціональна модель має враховувати внесок учасника у забезпечення функціонування механізму, обсяг транзакцій, що проходять через нього, та рівень прийнятих на себе ризиків.

$$B_i = E \cdot \frac{w_i}{\sum_{j=1}^N w_j}$$

Де:

B_i – вигода i -го учасника;

w_i – ваговий показник;

N – кількість суб'єктів.

Подібні підходи до координації дозволяють підвищити рівень прийняття інновацій та зменшити ймовірність відмови від участі у спільних рішеннях.

У випадку коректного налаштування вагових коефіцієнтів формується стійка мотивація до підтримання високої якості даних і розвитку механізму. Це сприяє накопиченню довіри, що у довгостроковій перспективі підсилює позитивний економічний результат.

Висновки. У статті розроблено організаційно-економічний підхід до впровадження блокчейн-технологій у системи управління ланцюгами постачання, що дозволяє розглядати цифрову інфраструктуру не як автономний технологічний інструмент, а як механізм трансформації правил координації між економічними агентами. Запропонована концепція базується на інтеграції інституційних, організаційних та стимулюючих компонентів, які формують умови для зниження інформаційної асиметрії та підвищення передбачуваності взаємодії.

Обґрунтовано, що ключовим фактором досягнення результативності є не лише наявність спільного реєстру, а й формування системи економічних стимулів, яка забезпечує зацікавленість суб'єктів у підтриманні достовірності даних. У межах дослідження визначено структуру механізму, що включає нормативний, організаційний, економічний та цифровий контури, взаємодія яких забезпечує стабільність функціонування середовища.

Отримала подальший розвиток формалізація транзакційних витрат у частині відображення впливу рівня охоплення операцій та інтенсивності контролю на скорочення ризикової складової. Запропонована модель коефіцієнта довіри дозволяє інтерпретувати процес цифровізації як керований параметр економічної ефективності.

Вперше запропоновано підхід до визначення економічного ефекту впровадження блокчейн-рішень як сукупності прямої економії витрат, фінансових вигід та результатів прискорення оборотності ресурсів із одночасним урахуванням витрат підтримки інфраструктури. Це створює основу для порівняння альтернативних моделей координації та прийняття інвестиційних рішень.

Розроблено модель розподілу вигід між учасниками на основі вагових коефіцієнтів

внеску, що дозволяє мінімізувати конфлікти інтересів та забезпечити довгострокову стійкість співпраці. Використання такого підходу формує економічні передумови для розширення кола учасників та масштабування механізму.

Практичне значення результатів полягає у можливості застосування запропонова-

них моделей під час розроблення галузевих платформ, створення партнерських мереж та формування політик цифрової трансформації логістичних систем. Теоретичні положення можуть бути використані у подальших дослідженнях ефективності міжорганізаційної взаємодії в умовах розвитку розподілених технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. World Bank. World Development Report 2020: Trading for Development in the Age of Global Value Chains. Washington, DC: World Bank, 2020, p. 97–105.
2. Williamson O. E. The Economic Institutions of Capitalism. New York: Free Press, 1985, pp. 78–95.
3. Kshetri N. Cybersecurity and International Relations. Berlin: Springer, 2014, pp. 102–118.
4. IBM. Cost of a Data Breach Report 2024. URL: <https://www.ibm.com/security/data-breach> (дата звернення: 28.01.2026).
5. Gu, M., Yang, L., & Huo, B. The impact of information technology usage on supply chain resilience and performance: An ambidexterous view. *International Journal of Production Economics*, 2021, 232, Article 107956. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107956> (дата звернення: 28.01.2026)
6. Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J., Shen L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 2019, 57(7), pp. 2117–2135. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261> (дата звернення: 28.01.2026)
7. Beck R., Müller-Bloch C., King J. L. Governance in the Blockchain Economy. *Journal of the Association for Information Systems*, 2018, 19(9), pp. 1024–1047. <https://doi.org/10.17705/1jais.00528> (дата звернення: 28.01.2026)
8. Queiroz M. M., Wamba S. F. Blockchain adoption challenges in supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 114, pp. 30–49. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.06.004> (дата звернення: 28.01.2026)
9. OECD. Blockchain and Policy Implications. Paris: OECD Publishing, 2020, pp. 12–24.
10. WTO. Can Blockchain Revolutionize International Trade? World Trade Organization, 2018, pp. 3–9.
11. Ivanov D., Dolgui A. Viability of intertwined supply networks. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(10), pp. 2904–2915. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727> (дата звернення: 28.01.2026)
12. Wang Y., Singgih M., Wang J., Rit M. Making sense of blockchain technology. *International Journal of Production Economics*, 2019, 211, pp. 221–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.018> (дата звернення: 28.01.2026)
13. Treiblmaier H. The impact of blockchain on the supply chain. *Supply Chain Management Review*, 2018, pp. 15–23.
14. Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J. Blockchain and supply chain transparency. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 129, pp. 51–65. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.08.004> (дата звернення: 28.01.2026)
15. Williamson O. E. Transaction cost economics. *Journal of Law and Economics*, 1979, 22(2), pp. 233–261. <https://doi.org/10.1086/467204> (дата звернення: 28.01.2026)
16. Grover V., Kar A. Blockchain adoption: organizational impacts and implications. *Journal of Management Information Systems*, 2020, 37(3), pp. 659–687. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98911-2_2 (дата звернення: 28.01.2026)
17. Cao M., Zhang Q. Supply chain collaboration: Impact on organizational performance. *International Journal of Production Economics*, 2011, 136(1), pp. 259–270. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.03.014> (дата звернення: 28.01.2026)
18. Gelsomino L. M., Mangiaracina R., Perego A., Tumino A. Supply chain finance: A literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2016, 46(4), pp. 348–366. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-08-2014-0173> (дата звернення: 28.01.2026)
19. Korpela K., Hallikas J., Dahlberg T. Digital supply chain transformation toward blockchain integration. Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences, 2017, pp. 4182–4191.
20. Schmidt C. G., Wagner S. M. Blockchain and supply chain relations. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2019, 25(2), pp. 100–114. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2019.05.001> (дата звернення: 28.01.2026)

21. Chen Y., Cai Y. Blockchain in finance: Implications for supply chain financing. *Financial Innovation*, 2020, 6, Article 72. <https://doi.org/10.1186/s40854-020-00204-9> (дата звернення: 28.01.2026)

REFERENCES:

1. World Bank. World Development Report 2020: Trading for Development in the Age of Global Value Chains. Washington, DC: World Bank, 2020, p. 97–105.
2. Williamson O. E. The Economic Institutions of Capitalism. New York: Free Press, 1985, pp. 78–95.
3. Kshetri N. Cybersecurity and International Relations. Berlin: Springer, 2014, pp. 102–118.
4. IBM. Cost of a Data Breach Report 2024. URL: <https://www.ibm.com/security/data-breach> (accessed January 28, 2026).
5. Gu, M., Yang, L., & Huo, B. The impact of information technology usage on supply chain resilience and performance: An ambidexterous view. *International Journal of Production Economics*, 2021, 232, Article 107956. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107956> (accessed January 28, 2026)
6. Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J., Shen L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 2019, 57(7), pp. 2117–2135. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261> (accessed January 28, 2026)
7. Beck R., Müller-Bloch C., King J. L. Governance in the Blockchain Economy. *Journal of the Association for Information Systems*, 2018, 19(9), pp. 1024–1047. <https://doi.org/10.17705/1jais.00528> (accessed January 28, 2026)
8. Queiroz M. M., Wamba S. F. Blockchain adoption challenges in supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 114, pp. 30–49. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.06.004> (accessed January 28, 2026).
9. OECD. Blockchain and Policy Implications. Paris: OECD Publishing, 2020, pp. 12–24.
10. WTO. Can Blockchain Revolutionize International Trade? World Trade Organization, 2018, pp. 3–9.
11. Ivanov D., Dolgui A. Viability of intertwined supply networks. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(10), pp. 2904–2915. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727> (accessed January 28, 2026)
12. Wang Y., Singgih M., Wang J., Rit M. Making sense of blockchain technology. *International Journal of Production Economics*, 2019, 211, pp. 221–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.018> (accessed January 28, 2026)
13. Treiblmaier H. The impact of blockchain on the supply chain. *Supply Chain Management Review*, 2018, pp. 15–23.
14. Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J. Blockchain and supply chain transparency. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 129, pp. 51–65. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.08.004> (accessed January 28, 2026)
15. Williamson O. E. Transaction cost economics. *Journal of Law and Economics*, 1979, 22(2), pp. 233–261. <https://doi.org/10.1086/467204> (accessed January 28, 2026)
16. Grover V., Kar A. Blockchain adoption: organizational impacts and implications. *Journal of Management Information Systems*, 2020, 37(3), pp. 659–687. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98911-2_2 (accessed January 28, 2026)
17. Cao M., Zhang Q. Supply chain collaboration: Impact on organizational performance. *International Journal of Production Economics*, 2011, 136(1), pp. 259–270. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.03.014> (accessed January 28, 2026)
18. Gelsomino L. M., Mangiaracina R., Perego A., Tumino A. Supply chain finance: A literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2016, 46(4), pp. 348–366. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-08-2014-0173> (accessed January 28, 2026)
19. Korpela K., Hallikas J., Dahlberg T. Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences*, 2017, pp. 4182–4191.
20. Schmidt C. G., Wagner S. M. Blockchain and supply chain relations. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2019, 25(2), pp. 100–114. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2019.05.001> (accessed January 28, 2026)

Дата надходження статті: 14.02.2026

Дата прийняття статті: 01.03.2026

Дата публікації статті: 10.03.2026