

## ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ В ТРАНСПОРТНУ ЛОГІСТИКУ ТА УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАВОК

©2023 КОЛОДІЗЄВА Т. О.

УДК 656  
JEL: L14; L91; R40

### Колодізева Т. О. Перспективи впровадження блокчейн-технології в транспортну логістику та управління ланцюгами поставок

У статті на основі врахування особливостей, переваг, різновидів блокчейну було виділено слабкі та сильні його сторони щодо впровадження в транспортну логістику та управління ланцюгами поставок. Дослідження зовнішнього середовища впровадження блокчейну в логістичну галузь дозволило виявити можливості та загрози, які супроводжують цей процес у сучасній економіці країн і можуть виникнути в майбутньому. На підставі структурування результатів досліджень щодо сильних і слабких сторін блокчейн-технології, можливостей і загроз її впровадження в логістичну галузь було проведено SWOT-аналіз цієї технології в аспекті використання її в транспортній логістиці та управлінні ланцюгами поставок. Як стратегії, що дозволяють використати переваги блокчейну та врахувати можливості зовнішнього середовища, визначено розробку систем інтелектуального транспорту (ITS) з використанням блокчейну та його використання в залізничних, морських і повітряних міжнародних перевезеннях вантажів. Було виокремлено дев'ять основних стратегій застосування блокчейну, які визначають довгострокові орієнтири діяльності на різних інституціональних рівнях економіки: мікро-, мезо- та макrorівні. Запропоновані стратегії є актуальними в контексті використання блокчейну у сферах міської та гуманітарної логістики; логістики мета- та мезологістичних систем ланцюгів поставок, що утворюються в процесі міжнародної торгівлі; логістики макрологістичних систем країн і галузей їх економік; інформаційної логістики; фінансової та смарт-логістики та які стосуються секторів економік B2B, B2C, C2C, G2B, G2C, B2G. Комплексний підхід до впровадження блокчейну в транспортну галузь та управління ланцюгами поставок на основі визначених стратегічних орієнтирів дозволить найбільшою мірою реалізувати основні принципи логістичної концепції управління, такі як прозорість, ефективність, зниження загальних витрат, конфіденційність, довіра, автентифікація, кооперація, інтеграція та оптимізація.

**Ключові слова:** блокчейн, транспортна логістика, управління ланцюгами поставок, логістика, SWOT-аналіз, стратегія.

**Рис.:** 2. **Табл.:** 1. **Бібл.:** 8.

**Колодізева Тетяна Олександрівна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту, логістики та інновацій, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** [kolodizeva@ukr.net](mailto:kolodizeva@ukr.net)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6247-7179>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202378277>

UDC 656  
JEL: L14; L91; R40

### Kolodizieva T. O. Prospects for Implementing Blockchain Technology in Transport Logistics and Supply Chain Management

The article, based on the account of features, advantages, varieties of blockchain, highlights its weaknesses and strengths in terms of implementation in transport logistics and supply chain management. The study of the external environment of the introduction of blockchain in the logistics industry has revealed the opportunities and threats that accompany this process in the modern economy of countries and may arise in the future. Based on structuring the research results on the strengths and weaknesses of blockchain technology, opportunities and threats of its implementation in the logistics industry, a SWOT analysis of this technology was carried out in terms of its use in transport logistics and supply chain management. As strategies that allow taking advantage of blockchain and taking into account the possibilities of the external environment, the development of intelligent transport systems (ITS) using blockchain together with its use in rail, sea and air international cargo transportation has been determined. Nine main strategies for the use of blockchain were allocated, which determine long-term benchmarks of activity at different institutional levels of the economy: micro, meso and macro levels. The proposed strategies are relevant in the context of using blockchain in the areas of urban and humanitarian logistics; logistics of meta- and meso-logistic systems of supply chains formed in the process of international trade; logistics of macro-logistic systems of countries and sectors of their economies; information logistics; financial and smart logistics and related to sectors of economies B2B, B2C, C2C, G2B, G2C, B2G. An integrated approach to the implementation of blockchain in the transport industry and supply chain management based on certain strategic benchmarks will allow the most measured implementation of the basic principles of the logistics management concept, such as transparency, efficiency, reduction of overall costs, confidentiality, trust, authentication, cooperation, integration, and optimization.

**Keywords:** blockchain, transport logistics, supply chain management, logistics, SWOT analysis, strategy.

**Fig.:** 2. **Tabl.:** 1. **Bibl.:** 8.

**Kolodizieva Tetiana O.** – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, Logistics and Innovation, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** [kolodizeva@ukr.net](mailto:kolodizeva@ukr.net)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6247-7179>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202378277>

Цифровізація економіки охопила всі її галузі, у тому числі й логістику, й управління ланцюгами поставок. У цьому аспекті викликають інтерес новітні диджитал-технології, серед яких вагоме місце займає технологія блокчейну. Особливої актуальності набуває використання цієї технології в транспортній логістиці та управлінні ланцюгами поставок, бо саме тут перетинаються інтереси власників і відправників/отримувачів вантажу; логістичних посередників; власників або орендодавців/орендоотримувачів транспортних засобів; перевізників; держави. Транзакції, що відбуваються в процесі транспортування вантажів упродовж ланцюгів поставок, вимагають дотримання таких принципів, як прозорість, ефективність, зниження загальних витрат, конфіденційність, довіра, автентифікація, кооперація, інтеграція, оптимізація та достовірність бізнес-даних. Це обумовлює актуальність обраної теми дослідження, бо саме блокчейн-технологія спроможна забезпечити дотримання зазначених принципів у процесах транспортної логістики та управління ланцюгами поставок.

Під блокчейном розуміється унікальна цифрова платформа, реєстр або розподілена база даних, яка одночасно обслуговує велику кількість вузлів (можливо, мільйони), що можуть бути розподілені географічно та між організаціями, окремими суб'єктами, а також забезпечує підтвердження та управління угодами; здійснює перевірку дозволів, безпеки, відповідності послуг, автоматизованих контрактів та звірку платежів [1].

Розглядаючи сутність блокчейну, науковці виділяють його властивості та переваги застосування в багатьох процесах (табл. 1).

Щодо основних типів блокчейну, то виділяють: публічний, приватний і закритий блокчейн (блокчейн

консорціуму). Кожний тип блокчейну має певний рівень централізації, гнучкості, продуктивності, ефективності, реалізації фундаментальних можливостей технології (рис. 1).

Приватний блокчейн є найбільш централізованим, має безперечні переваги щодо продуктивності, ефективності та гнучкості, але поступається публічному у фундаментальних можливостях через наявність бар'єрів та, відповідно, неможливість використати всі переваги цієї технології. Протилежні властивості притаманні публічному, або відкритому, блокчейну; середнім варіантом виступає закритий, або консорціумний, блокчейн, який нівелює недоліки двох попередньо розглянутих типів, але й переваги якого не є такими очевидними. Обрання певного типу блокчейну повинно відповідати кожній конкретній ситуації та типу ланцюгів поставок.

Науковці у своїх роботах найчастіше концентрують свою увагу на таких аспектах дослідження, впровадження та використання блокчейну [2; 3]:

- 1) основні базові технології блокчейну;
- 2) блокчейн системи кредитної оцінки;
- 3) блокчейн-транзакції;
- 4) наслідки реінжинірингу бізнес-моделей і бізнес-процесів упровадження блокчейну;
- 5) оцінка переваг і потенціалу блокчейну;
- 6) імітаційне моделювання блокчейну;
- 7) кейс-метод дослідження блокчейну;
- 8) аналіз процесу впровадження.

У логістичній сфері виокремлюють два основні фокуси використання блокчейну:

- ✦ використання в управлінні ланцюгами поставок харчових продуктів;

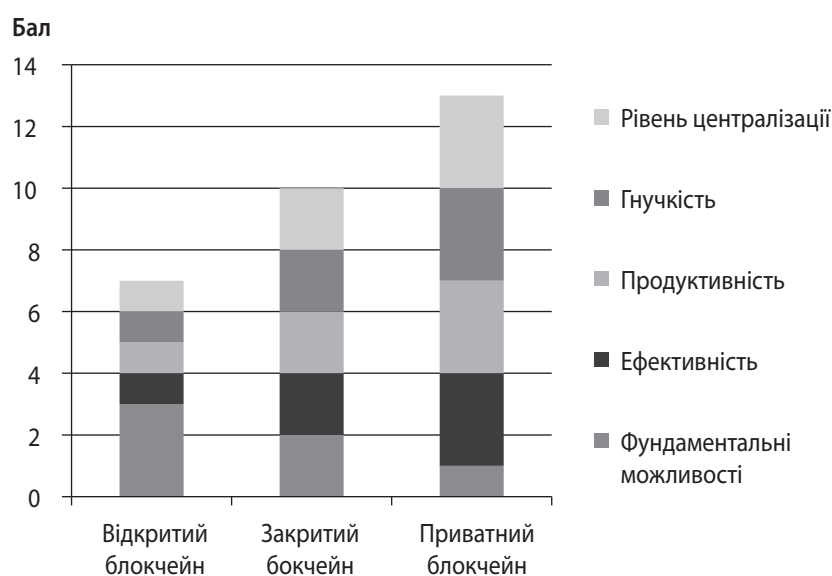


Рис. 1. Порівняння основних типів блокчейну, бали

Джерело: сформовано автором на основі [2].

## Властивості та переваги блокчейну

Властивості		Переваги застосування	
Властивість	Визначення властивості	Перевага	Сутність переваги
Транзакції	Можуть записувати код, змінні, результати виконання функцій, можуть бути видимими (не зашифрованими) та зашифрованими	Створення смарт-контрактів	Забезпечують кращу інтеграцію всіх видів потоків у ланцюгах поставок, знижують час і витрати на звірку платежів, автоматично перевіряють умови контактів та контрагентів
Бухгалтерські книги	Зашифровані транзакції, які призначені для певних партнерів і приховані від інших	Деінтермедіація	Усунення залежності від посередників шляхом їх вилучення, переваги інтегрованого ринку порівняно з роботою з кількома зацікавленими сторонами (посередниками)
Сторони	Кінцеві користувачі, які повинні бути зареєстровані в мережі та мати публічний ключ для шифрування та закритий ключ для дешифрування	Створення довіри	Жоден орган влади не може вимкнути систему чи відключити окремого користувача чи групу користувачів, кожен може брати участь у системі без будь-якого фаворитизму. Транзакції прозорі для заздалегідь визначених сторін, але не повністю прозорі в загальнодоступній мережі
Валідатори, або індосанти	Запускають консенсусний алгоритм для перевірки та схвалення транзакції та виконують три дії: розгортання, виклик або запит до реєстрів	Зменшення ризику	Швидші та ефективніші ділові відносини, пом'якшення ризиків, зменшення витрат і ризиків транзакцій; нівелювання валютних коливань і спекуляції між імпортером і експортером, а також іншими сторонами; усунення можливостей подвійних витрат через те, що є лише одна транзакція, пов'язана з попереднім і наступним блоком ланцюга
Алгоритм консенсусу	Набір правил і процедур для підтримки узгодженості між множинними вузлами учасниками, що базується на уявленні про те, що більшість (або в деяких випадках усі) валідаторів мережі повинні узгодити стан бухгалтерської книги	Безпека	Можливість автоматизовано та з високим ступенем безпеки миттєво обмінюватися інформацією, оновлювати її та реагувати на неї; захист від атак зловмисного програмного забезпечення, практично неможливість зламування
Хешування, або криптографія	Певний унікальний відбиток, який призначається тому блоку транзакції, що залучений у процес, завдяки чому визначається зв'язок між поточними та попередніми транзакціями (блоками). Хоча всі бачать, як відбуваються транзакції, детальна інформація зашифрована всередині кожного блоку, і вона є незмінною та буде там назавжди	Незмінність	Неможливість змінити стан реєстру або змінити оригінальний зміст через алгоритм хешування, який перетворює вхідний рядок будь-якої довжини у вихідний сигнал фіксованої довжини. Будь-які незначні зміни, зроблені в одному блоці, змінять хеш, який зберігається в усіх попередніх блоках, і в результаті повністю змінить ланцюжок, що неможливо
Розумний контракт	Автоматичний договірний застосунок, який запускає дії або платежі автоматично після виконання умов	Цілісність обслуговування	Забезпечення цілісності сервісу без надмірного людського втручання чи нагляду; можливість забезпечити інтегровану систему будь-якому виду транзакцій, де дані рівномірно оцифровані, для полегшення доступності та читабельності
Канали зв'язку	Аналогічні конструкціям об'єктно орієнтованих мов програмування та впровадженні в установлений інтерфейс	Відстеження та відслідковування	Поліпшення відстеження, визначення передбачуваних затримок і забезпечення відслідковування походження

Джерело: складено автором на основі [2].

- ✦ використання для створення систем розумного транспорту та систем взаємопов'язаних розумних транспортних засобів [4].

Проте ще недостатньо визначеними залишаються сильні та слабкі сторони блокчейну, можливості та загрози його застосування в стратегічному аспекті, враховуючи його внутрішні особливості та зовнішнє середовище, щодо впровадження в транспортну логістику та управління ланцюгами поставок, що і визначило мету даного дослідження.

*Метою* статті є визначення стратегічних орієнтирів впровадження блокчейн-технології в транспортну логістику та управління ланцюгами поставок на основі дослідження його особливостей і потенціалу, з одного боку, та зовнішнього середовища – з іншого.

Методом дослідження обрано SWOT-аналіз як такий, що найбільшою мірою відповідає меті дослідження через його можливість узагальнити та структурувати як теоретичні, так і практичні аспекти впровадження блокчейну в сучасну логістичну галузь. У процесі дослідження було узагальнено властивості блокчейну в аспекті його сильних і слабких сторін, а також досліджено зовнішнє середовище щодо можливостей та загроз впровадження блокчейну у сферу транспортної логістики та управління ланцюгами поставок; розроблено основні стратегічні орієнтири використання блокчейн-технології в зазначених логістичних сферах.

Результатом дослідження є проведений SWOT-аналіз блокчейну в аспекті використання його у сферах транспортної логістики та управління ланцюгами поставок (рис. 2).

Згідно з результатами проведеного SWOT-аналізу (див. рис. 2), найбільш перспективними стратегіями використання блокчейну в логістичній галузі є такі.

**Стратегія 1.** Розробка системи інтелектуального транспорту (ITS) з використанням блокчейну.

Ця стратегія дозволить реалізувати такі можливості блокчейну:

- ✦ *економічні* (зниження транзакційних, управлінських, фінансових, інфраструктурних витрат);
- ✦ *соціальні* (підвищення надійності, своєчасності транспорту, зниження заторів та оптимізація міського простору, управління паркуванням, стимулювання учасників міського транспорту);
- ✦ *екологічні* (зменшення шкідливих викидів та озеленення міст).

**Стратегія 2.** Використання блокчейну в залізничних, морських і повітряних міжнародних перевезеннях вантажів забезпечується сильними сторонами та можливостями блокчейну в галузі транспортної логістики та управлінні ланцюгами поставок.

**Стратегія 3.** Залучення регулівних органів та політиків у процес використання блокчейну в логістичній галузі. Регулівні органи можуть встановлювати правила, а індустрія – керувати їх запровадженням за аналогією з фінансовою сферою.

**Стратегія 4.** Державна підтримка блокчейн-платформ через співпрацю з цими платформами дозволить забезпечити їх еволюцію в напрямі подолання недоліків і слабких місць та задоволення логістичних потреб урядів та приватного сектора.

Уряди можуть розглянути можливість пропозиції певних привілеїв компаніям, які користуються блокчейн-платформами. Ці привілеї будуть стосуватися, наприклад, спрощення процесу дотримання митних вимог для компаній і дозволить уряду спрямовувати ресурси, що будуть вивільнені, на контроль торгівлі з підвищеним ризиком. Це може вирішити проблему комерціалізації використання блокчейну.

**Стратегія 5.** Створення сервісів на основі застосунків для підвищення зручності використання блокчейну, для підвищення стандартизації та інтероперабельності (операції всередині блокчейну, між різними блокчейнами, між блокчейном та іншими технологіями). Такі застосунки будуть особливо корисними для включення в мережу перевізників, які не мають можливості створення ними власних вузлів блокчейну.

**Стратегія 6.** Застосування блокчейну для використання дронів у сфері транспортної логістики, що забезпечить легалізацію доставки вантажів в умовах відсутності прямої видимості.

**Стратегія 7.** Розвиток блокчейну в поєднанні з іншими технологіями, такими як штучний інтелект (AI), Інтернет речей (IOT) та іншими передовими технологіями, що потенційно дозволить позбутись обмежень і слабких сторін блокчейну та зробити свій внесок у реалізацію нової ідеї технологічної унікальності, до якої будуть підключені розумні міста та екосистеми.

**Стратегія 8.** Упровадження блокчейну у сферу будівництва транспортної інфраструктури, що забезпечить відстеження власності на матеріал та обладнання під час доставки та зменшить вірогідність шахрайства.

**Стратегія 9.** Інвестування в пілотні блокчейни, співпраця з академічними колами, галузевими експертами та професійними установами. Створення робочих груп, узгоджених з промисловими експертами, що прискорить прийняття блокчейну для вирішення питань логістики та специфічних транспортних викликів.

## ВИСНОВКИ

Отже, результати проведення SWOT-аналізу блокчейн-технології в аспекті її впровадження у сферу транспортної логістики та управління ланцюгами поставок дозволили встановити основні стратегічні орієнтири діяльності на різних інституціональних

	Сильні сторони (Strength)				Слабкі сторони (Weaknesses)					
	1. Можливість аналізувати та обробляти інформацію про дорожній рух і планувати дорожню мережу	2. Управління електронними рахунками, блокчейн-аудит, податковий нагляд за блокчейном	3. Наявність смарт-контрактів, незмінність їх ідентифікаторів	4. Ризикменеджмент, цілісність сервісу, безпека, відслідковування, усунення посередників	1. Проблеми пропускної здатності	2. Проблеми масштабності та зручності використання	3. Потреба в будівництві, підтримці та покращенні платформи	4. Наявність прихованих витрат	5. Можливість маніпуляції із вихідними даними перед їх завантаженням у блокчейн	6. Складний і тривалий період адаптації
<b>Можливості (Opportunities)</b>										
1. Недоліки базових конкуруючих технологій (електронний обмін даними – EDI та диджиталізація ланцюгів поставок) через їх неспроможність забезпечити повною мірою кооперацію та координацію учасників	Стратегія 2									
2. Можливості інтеграції RFID (радіочастотної ідентифікації), IoT (Інтернету речей) та блокчейн-технології в процесах управління ланцюгами поставок товарів харчової та сільськогосподарської промисловості (для підвищення їх якості та безпеки споживання)	Стратегія 2 Стратегія 7									
3. Усвідомлення учасниками логістичних процесів доцільності створення єдиної інтегрованої системи, бази даних, де всі види транзакцій будуть однаково оцифровані для полегшення доступності та читабельності	Стратегія 1 Стратегія 2 Стратегія 8									
4. Зацікавленість учасників міжнародної торгівлі в максимізації цінності ланцюгів поставок та інтенсифікації перевезень	Стратегія 2				Стратегія 7 Стратегія 9					
5. Можливість використання блокчейну для підтримки та покращення SVOT (single version of the truth) в управлінні транспортуванням та ланцюгами поставок	Стратегія 1 Стратегія 2									
6. Виклики щодо транспортної логістики в аспектах зниження непродуктивних витрат при транспортуванні, зниження витрат палива, оптимізації процесів підзарядки електромобілів (через збільшення цін на паливо та електричну енергію)	Стратегія 1									
7. Виклики щодо транспортної логістики в аспекті вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища викидами вуглекислого газу з боку транспортних засобів										

Рис. 2. SWOTаналіз блокчейнтехнології в аспекті її використання у сферах транспортної логістики та управління ланцюгами поставок (початок)



8. Виклики щодо транспортної логістики в аспекті вирішення проблем оптимізації міського простору (через збільшення користувачів автомобілів, перенаселення великих міст), зменшення заторів та підвищення зручності міського транспорту	Стратегія 1	
9. Використання дронів для доставки вантажів та у сфері гуманітарної логістики	Стратегія 6	
10. Можливості використання блокчейну не тільки у відносинах B2B (бізнес для бізнесу), але й B2C (бізнес для покупця), C2C (покупець для покупця), G2B (уряд для бізнесу), G2C (уряд для покупця), B2G (бізнес для уряду)	Стратегія 7	
11. Можливість інтеграції блокчейну з технологіями: Інтернет транспортних засобів (IoV), Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), машинне навчання (ML), глибоке навчання (DL), хмарні технології, технологія 5G, периферійні комп'ютери		
<b>Загрози (Threats)</b>		
1. Труднощі комерціалізації блокчейну та брак технічно досвідчених користувачів	Стратегія 3 Стратегія 4	Стратегія 4
2. Недостатня кількість стандартів і законодавчих регулівних актів	Стратегія 9	
3. Відсутність довіри до існуючих платформ блокчейну	Стратегія 3 Стратегія 9	

**Рис. 2. SWOTаналіз блокчейнтехнології в аспекті її використання у сферах транспортної логістики та управління ланцюгами поставок (закінчення)**

**Джерело:** розроблено автором на основі [1–8].

рівнях економіки: мікро, мезо та макрорівні. Такий комплексний підхід дозволить, на наш погляд, системно використати всі сильні сторони цієї технології, подолати недоліки, використати можливості та запобігти негативним наслідкам зовнішніх загроз.

Зпропоновані стратегії безпосередньо пов'язані з упровадженням блокчейну в транспортну логістику та управління ланцюгами поставок, але є актуальними в контексті використання блокчейну для міської та гуманітарної логістики (Стратегії 1, 6, 7, 8), для логістики мета та мезологістичних систем ланцюгів поставок, що утворюються в процесі міжнародної торгівлі (Стратегія 2), для логістики макрологістичних систем країн і галузей їх економік (Стратегія 3), для інформаційної логістики (Стратегії 4, 5), для фінансової та смартлогістики (Стратегія 9). Ці стратегії охоплюють більшість секторів економік, а саме, такі сектори, як B2B, B2C, C2C, G2B, G2C, B2G.

Водночас результати проведеного SWOT-аналізу враховують далеко не вичерпний перелік усіх

сильних сторін і слабкостей блокчейну, можливості та загрози зовнішнього середовища не є стабільними та динамічно змінюються під впливом багатьох факторів, тому і стратегічні орієнтири впровадження цієї передової технології у сферу транспортної логістики та управління ланцюгами поставок ще потребують вивчення й уточнення, що може розглядатись як напрям подальших наукових досліджень. ■

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Swan M. Blockchain: Blueprint for a New Economy. 1<sup>st</sup> ed. O'Reilly Media, 2015. 149 p.
2. Irannezhad E. Is blockchain a solution for logistics and freight transportation problems? *Transportation Research Procedia*. 2020. Vol. 48. P. 290–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.023>
3. Du X. et al. Blockchain-Based Intelligent Transportation: A Sustainable GCU Application System. *Journal of Advanced Transportation*. 2020. Art. 5036792. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/5036792>

4. Astarita V., Pasquale Giofrè V., Mirabelli G., Solina V. A review of blockchain-based systems in transportation. *Information*. 2020. Vol. 11. Iss. 1. Art. 21. DOI: <https://doi.org/10.3390/info11010021>
  5. Koha L., Dolguib A., Sarkisc J. Blockchain in transport and logistics – paradigms and transitions. *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58. Iss. 7. P. 2054–2062, DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1736428>
  6. Jabbar R. et al. Blockchain Technology for Intelligent Transportation Systems: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*. 2022. Vol. 10. P. 20995–21031. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3149958>
  7. Lim M. K., Li Y., Wang Ch., Tseng M-L. A literature review of blockchain technology applications in supply chains: A comprehensive analysis of themes, methodologies and industries. *Computers & Industrial Engineering*. 2021. Vol. 154. Art. 107133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107133>
  8. Logistics. Blockchain applications – regulations, policy & strategy. Evidence Report APPG BLOCKCHAIN UK Parliament. Big Innovation Centre, 2020. 32 p. URL: <http://biginnovationcentre.com/wp-content/uploads/2023/05/APPG-Blockchain-Logistics-June-2020-1.pdf>
- REFERENCES**
- Astarita, V. et al. "A review of blockchain-based systems in transportation". *Information*, art. 21, vol. 11, no. 1 (2020). DOI: <https://doi.org/10.3390/info11010021>
- Du, X. et al. "Blockchain-Based Intelligent Transportation: A Sustainable GCU Application System". *Journal of Advanced Transportation*, art. 5036792 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/5036792>
- Irannezhad, E. "Is blockchain a solution for logistics and freight transportation problems?" *Transportation Research Procedia*, vol. 48 (2020): 290-306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.023>
- Jabbar, R. et al. "Blockchain Technology for Intelligent Transportation Systems: A Systematic Literature Review". *IEEE Access*, vol. 10 (2022): 20995-21031. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3149958>
- Koha, L., Dolguib, A., and Sarkisc, J. "Blockchain in transport and logistics - paradigms and transitions". *International Journal of Production Research*, vol. 58, no. 7 (2020): 2054-2062. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1736428>
- "Logistics. Blockchain applications - regulations, policy & strategy. Evidence Report APPG BLOCKCHAIN UK Parliament". *Big Innovation Centre*, 2020. <http://biginnovationcentre.com/wp-content/uploads/2023/05/APPG-Blockchain-Logistics-June-2020-1.pdf>
- Lim, M. K. et al. "A literature review of blockchain technology applications in supply chains: A comprehensive analysis of themes, methodologies and industries". *Computers & Industrial Engineering*, art. 107133, vol. 154 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107133>
- Swan, M. *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media, 2015.