

УДК 658.7:504.03

Муха Т. А.,

hammers.plant@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-9282-6833,

Researcher ID: JFA-1459-2023,

здобувач кафедри менеджменту, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

SAAS-ОРІЄНТОВАНІ ЛОГІСТИЧНІ СИСТЕМИ ЯК ЧИННИК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ

Анотація. У статті розкрито значення програмних рішень у форматі Software-as-a-Service (SaaS) у сфері логістики як драйвера сталого розвитку ланцюгів постачання. Актуальність дослідження обумовлена потребою бізнесу адаптуватися до зростаючих вимог сталості та ефективності в умовах глобальних викликів. Узагальнено сучасні тенденції впровадження SaaS-орієнтованих логістичних систем та їх вплив на економічні, екологічні й соціальні результати функціонування ланцюгів постачання. Встановлено, що використання хмарних логістичних платформ забезпечує підвищення гнучкості, прозорості та адаптивності ланцюгів постачання, що, своєю чергою, сприяє зниженню витрат, мінімізації відходів і викидів парникових газів та покращенню соціальних аспектів (зокрема, умов праці й прозорості взаємодії з постачальниками). Наукова новизна роботи полягає у сформульованому концептуальному підході до оцінювання внеску SaaS-рішень у досягнення цілей сталого розвитку в управлінні ланцюгами постачання. Розроблено структурно-логічну схему впливу ключових характеристик SaaS-орієнтованих логістичних систем на складові сталого розвитку (економічну, екологічну, соціальну) ланцюгів постачання. Практична значущість результатів полягає у рекомендаціях щодо впровадження SaaS-платформ для логістики з метою підвищення стійкості та екологічності постачальних ланцюгів, зокрема шляхом оптимізації транспортних маршрутів, покращення управління запасами та розширення співпраці між учасниками ланцюга. Отримані висновки можуть бути використані керівниками підприємств при плануванні цифрових інновацій у сфері логістики, а також слугувати основою для подальших академічних досліджень на перетині управління ланцюгами постачання та стратегії сталого розвитку.

Ключові слова: SaaS, хмарні логістичні платформи, сталий розвиток, ланцюги постачання, управління запасами, стійка логістика.

Mukha T. A.,

hammers.plant@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-9282-6833

Researcher ID: JFA-1459-2023

Postgraduate student, Department of Management, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

SAAS-ORIENTED LOGISTICS SYSTEMS AS A FACTOR IN ENSURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SUPPLY CHAINS

Abstract. The article elucidates the pivotal role of Software-as-a-Service (SaaS) solutions in logistics as a driver of sustainable supply-chain development. The relevance of the study is framed by businesses' increasing need to reconcile efficiency with mounting sustainability requirements amid global disruptions. Contemporary trends in the deployment of SaaS-centric logistics systems are synthesised, and their impact on economic, environmental, and social performance dimensions of supply chains is assessed. Empirical findings demonstrate that cloud-based logistics platforms markedly enhance supply-chain flexibility, transparency, and adaptive capacity, thereby enabling cost reductions, waste minimisation, lower greenhouse-gas emissions, and improvements in social outcomes – most notably safer working conditions and more transparent supplier relations. The study's originality lies in the conceptual framework proposed for assessing the contribution of SaaS logistics solutions to the attainment of the Sustainable Development Goals (SDGs) within supply-chain management. A structural-logical model is developed that maps the influence of key characteristics of SaaS-oriented logistics systems – such as real-time visibility, advanced analytics, and modular scalability – onto the triple-bottom-line pillars of sustainability (economic, environmental, and social). From a managerial standpoint, the results furnish actionable guidance for firms seeking to leverage SaaS platforms to bolster supply-chain resilience and eco-efficiency. Specific recommendations include route-optimisation algorithms that curtail fuel consumption, inventory-management modules that reduce obsolete stock and associated waste, and collaborative portals that intensify cross-tier information sharing. These measures collectively foster a more circular and responsible flow of goods, aligning corporate logistics strategies with broader ESG commitments and regulatory pressures.

The study also highlights avenues for further research, such as longitudinal benchmarking of SaaS adoption trajectories across industries, quantification of indirect social benefits (e.g., workforce upskilling through technology use), and examination of interoperability standards that could accelerate ecosystem-wide diffusion of cloud logistics. Scholars at the intersection of supply-chain management and sustainability strategy may thus employ the proposed framework as a foundational lens for investigating digital innovations that underpin the transition toward carbon-neutral and socially equitable supply networks. Ultimately, the evidence presented affirms that SaaS-enabled logistics is not merely an operational upgrade, but a strategic imperative for organisations intent on meeting the exigencies of twenty-first-century sustainable development.

Key words: SaaS, cloud logistics platforms, sustainable development, supply chains, inventory management, sustainable logistics.

JEL Classification: M15, Q01, L91

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1205-2025-84-25>

Постановка проблеми. Сталий розвиток ланцюгів постачання в сучасних умовах набуває стратегічного значення для компаній, оскільки суспільство і регулятори висувають все жорсткіші вимоги до екологічної та соціальної відповідальності бізнесу. Ланцюги постачання охоплюють повний життєвий цикл продукції – від постачання сировини до доставки кінцевому споживачу, – тому їх оптимізація впливає на всі три складові сталого розвитку: економічну, екологічну і соціальну. Традиційні моделі управління логістикою часто не забезпечують достатньої гнучкості та прозорості для досягнення цих цілей. З іншого боку, прогрес інформаційно-комунікаційних технологій відкриває нові можливості для цифрової трансформації логістики, серед яких однією з найперспективніших є модель Software-as-a-Service (SaaS). Хмарні обчислення та SaaS-рішення розглядаються як проривні технології, що змінюють традиційні парадигми ІТ-операцій, підвищуючи ефективність ланцюгів постачання та розкриваючи нові ціннісні можливості завдяки цифровим інноваціям. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю теоретичного обґрунтування внеску SaaS-орієнтованих логістичних систем у забезпечення стійкості та екологічності ланцюгів постачання. В умовах постійних глобальних потрясінь (пандемії, військові конфлікти, кліматичні зміни) бізнес-середовище характеризується невизначеністю та ризиками, що робить ще більш нагальним перехід до гнучких, резильєнтних і сталих моделей управління постачанням. Таким чином, проблема дослідження полягає у визначенні того, яким чином впровадження SaaS-орієнтованих логістичних систем сприяє досягненню цілей сталого розвитку ланцюгів постачання, та які фактори впливають на успішність цього процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням сталого розвитку ланцюгів постачання присвячено значну кількість наукових робіт. У класичному визначенні сталий ланцюг постачання – це такий, що управляє матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками з урахуванням екологічних і соціальних аспектів поряд із економічними цілями [1]. Дослідники акцентують, що інтеграція принципів сталого розвитку в управління постачанням вимагає інноваційних підходів і технологій.

Зокрема, впродовж останніх років набули розвитку концепції “логістика 4.0” і цифрових ланцюгів постачання, що передбачають активне застосування сучасних ІТ-рішень для підвищення прозорості та ефективності процесів [2]. Поряд із дослідженнями у сфері сталого управління ланцюгами постачання (SSCM), де розглядаються екологічні та соціальні практики (наприклад, екологічна сертифікація постачальників, зменшення вуглецевого сліду, забезпечення справедливих умов праці тощо), все більше уваги приділяється ролі цифрових технологій у досягненні цих цілей [3]. Однією з ключових технологічних тенденцій є перехід до хмарних моделей управління ланцюгами постачання. Дослідження Karvela et al. (2021) містить SWOT-аналіз впровадження хмарних технологій у SCM, де серед сильних сторін відзначено гнучкість, масштабованість та можливість спільного використання інформації, притаманні моделі SaaS. Водночас зазначено певні ризики: залежність від провайдера, питання безпеки даних і відповідності регуляторним вимогам [4]. Sun et al. (2022) у межах систематичного огляду підкреслюють, що хмарні платформи поряд із іншими технологіями Індустрії 4.0 (наприклад, Big Data, кіберфізичні системи) сприяють покращенню екологічних та операційних показників логістики, відкриваючи нові можливості для скорочення викидів та відходів [5]. Liu (2025) дослідив вплив хмарних обчислень на продуктивність ланцюга постачання: з’ясовано, що розвиток гнучкої ІТ-інфраструктури та синергії бізнесу з хмарними технологіями суттєво підвищує ефективність постачання, особливо за умов динамічного ринкового середовища [6]. З точки зору сталого розвитку це означає більш раціональне використання ресурсів і зменшення втрат. Важливим напрямом є дослідження стійкості (resilience) та гнучкості (agility) ланцюгів постачання у поєднанні зі сталим розвитком. Ul Akram et al. (2024) показали, що розвиток динамічних здібностей, зокрема швидкої адаптації до змін і відновлення після збоїв, йде пліч-о-пліч із досягненням сталих цілей у постачанні [7]. Гнучкі цифрові системи здатні зробити ланцюги постачання одночасно резильєнтними до потрясінь і екологічно сталими, оскільки забезпечують швидке реагування на збої (унікаючи надлишкових витрат і

відходів) та оптимізацію використання ресурсів. Пандемія COVID-19 дала численні приклади, коли компанії з високим рівнем цифровізації логістики краще підтримували безперервність постачання та швидше впроваджували “зелені” ініціативи навіть у кризових умовах [8-10]. Отже, наукові роботи підтверджують значний потенціал цифрових технологій (зокрема, хмарних сервісів) у просуванні сталого управління постачанням.

Постановка завдання. Метою статті є дослідити та обґрунтувати вплив SaaS-орієнтованих логістичних систем на сталий розвиток ланцюгів постачання, виявити ключові переваги та виклики впровадження SaaS-рішень у логістиці з точки зору трьох вимірів сталості (економічного, екологічного, соціального), а також сформулювати практичні рекомендації щодо використання цих рішень для підвищення стійкості та екологічності постачальних ланцюгів. Відповідно до поставленої мети в межах дослідження вирішуються такі завдання: (1) проаналізувати сучасний стан і тенденції застосування SaaS в управлінні логістикою та ланцюгами постачання; (2) визначити основні напрями

впливу SaaS-орієнтованих систем на економічні результати діяльності ланцюгів постачання (ефективність, витрати).

Виклад основного матеріалу дослідження. Модель Software-as-a-Service (SaaS) у контексті логістики передбачає надання компаніям доступу до функціоналу логістичних інформаційних систем через інтернет на основі підписки, без необхідності утримувати власну ІТ-інфраструктуру або розгортати програмне забезпечення на власних серверах. По суті, SaaS-орієнтована логістична система – це хмарна платформа, яка забезпечує користувачам (виробникам, постачальникам, дистриб’юторам, логістичним операторам тощо) інструменти для керування різними аспектами ланцюга постачання в режимі реального часу. Прикладами є хмарні системи управління транспортом (Transportation Management Systems, TMS), складом (Warehouse Management Systems, WMS), запасами та закупівлями, платформи відстеження вантажів і управління перевезеннями, системи спільного планування попиту й пропозиції тощо – всі вони можуть надаватися за моделлю SaaS, як показано у таблиці 1.

Таблиця 1

Ключові характеристики SaaS-рішень для логістики та їх потенційний вплив на стійкість ланцюгів постачання

Характеристика SaaS-системи	Опис та переваги для логістики	Вплив на складові сталого розвитку
Оплата за використання (pay-per-use) та масштабованість	Компанія сплачує лише за фактично використаний функціонал; ресурси автоматично масштабуються під потреби. Це знижує фінансовий бар’єр входу для впровадження передових ІТ-рішень у логістиці.	Економічна: зменшення капітальних витрат на ІТ, скорочення накладних витрат на підтримку систем. Екологічна: оптимізація використання серверних потужностей у хмарі зменшує енергоспоживання порівняно з локальними центрами обробки даних.
Мультиоренда (multi-tenancy) і спільне використання ресурсів	Єдина хмарна платформа обслуговує багато організацій, розподіляючи обчислювальні ресурси між ними. Забезпечується централізоване оновлення та обслуговування.	Екологічна: підвищення коефіцієнта використання серверів у великих дата-центрах означає менше “простоючих” ресурсів та менше енергетичних втрат. Консолідація обчислень у масштабованих дата-центрах скорочує сумарний вуглецевий слід порівняно з розподіленими локальними серверами.
Універсальний віддалений доступ із будь-якої точки (24/7)	Доступ до логістичної системи здійснюється через інтернет з офісу, дому чи мобільних пристроїв, що полегшує взаємодію учасників ланцюга. Всі користувачі працюють з актуальними даними в реальному часі.	Соціальна: поліпшення умов праці (гнучкість, віддалена робота), посилення співпраці між партнерами по ланцюгу (прозорість, довіра). Економічна: підвищення продуктивності за рахунок швидкого узгодження дій, зменшення затримок через географічну роз’єднаність.
Автоматичні оновлення та інновації	Провайдер SaaS регулярно оновлює систему, надаючи користувачам доступ до нових функцій без перерв у роботі та додаткових витрат. Впровадження найкращих практик відбувається швидко.	Економічна: постійне вдосконалення функціоналу сприяє оптимізації процесів (напр., впровадження нових модулів оптимізації маршрутів знижує витрати на транспорт). Екологічна: нові функції можуть включати інструменти сталого розвитку.
Інтеграція та сумісність (API, веб-сервіси)	Більшість SaaS-платформ мають відкриті інтерфейси для інтеграції з іншими системами (ERP, CRM, системами постачальників і перевізників). Це дає змогу створити єдиний інформаційний простір у ланцюзі постачання.	Соціальна: покращена взаємодія між учасниками ланцюга (швидкий обмін даними, прозорість). Економічна: зменшення помилок і затримок на стиках систем, більш ефективне планування завдяки цілісній картині процесів. Екологічна: інтеграція, наприклад з системами моніторингу транспорту, дозволяє краще контролювати витрату палива та викиди на всіх етапах.

Джерело: складено автором на основі узагальнення джерел [4, 11] та практичних матеріалів

Як видно з таблиці 1, характеристики SaaS-рішень безпосередньо корелюють із потенційними вигодами для сталого розвитку. Зокрема, модель оплати “pay-as-you-go” та масштабованість сприяють економії коштів і енергії, оскільки компанії уникають надлишкових інвестицій у IT-інфраструктуру та не утримують невикористовуваних серверів. Хмарний провайдер зазвичай оптимізує роботу своїх дата-центрів: дослідження показують, що традиційні внутрішні серверні використовуються лише на ~15% своєї потужності, тоді як у хмарі коефіцієнт завантаження може сягати 65% [12]. Це означає скорочення “марного” енергоспоживання – сервери не працюють впусу, як часто буває в розподілених локальних центрах. За рахунок мультиренди й консолідації обчислень одна фізична машина у хмарі може замінити декілька розрізнених машин, що раніше працювали окремо у різних компаніях. Такий перехід має значний екологічний ефект: наприклад, аналітичне дослідження Accenture, Microsoft і WSP показало, що міграція корпоративних додатків у хмару дозволяє великим підприємствам знизити вуглецеві викиди приблизно на 30%, а дрібному бізнесу – до 90% [11]. Це пов’язано з тим, що малі компанії часто утримували неефективні локальні сервери, тому вираш від переходу до спільної хмари для них найбільший. Іншою важливою перевагою є реальний час та прозорість даних у SaaS-платформах.

Вплив SaaS-рішень на економічну ефективність ланцюгів постачання. Економічні результати – одна з найбільш відчутних сфер впливу впровадження SaaS-орієнтованих систем. Одна з найбільших роздрібних мереж США – Giant Eagle – після впровадження хмарної TMS змогла оптимізувати графіки доставок і об’єднати розрізнені технології в єдину платформу. Результат: зменшення порожніх пробігів на 8% та сукупного кілометражу рейсів на 7,7%, підвищення заповнюваності транспорту (cube utilization) на 7% [13]. Це дало суттєву економію пального і витрат на перевезення, а також прямо вплинуло на скорочення викидів CO₂. Керівництво компанії підкреслило, що перехід на хмарну

TMS дозволив перейти до “набагато більш ефектвної та стійкої моделі транспортування”. Оптимізація маршрутів через SaaS несе подвійний ефект – економічний (зменшення витрат) та екологічний (менше викидів завдяки меншому пробігу, що показано у таблиці 2).

Наведеними у таблиці 2 прикладами ілюструється, як SaaS-рішення впливають на key performance indicators (KPI) ланцюгів постачання, багато з яких одночасно є індикаторами сталого розвитку. Зменшення пробігу транспорту, палива, часу перебування запасів у системі – все це сприяє як економії коштів, так і зменшенню екологічного навантаження. Важливо відзначити, що ефект від SaaS проявляється не тільки на рівні окремої компанії, а й на рівні всього ланцюга. Коли декілька партнерів переходять на спільну хмарну платформу, вигоди масштабуються.

Вплив SaaS-рішень на екологічну та соціальну сталість. Екологічна складова. Використання SaaS-орієнтованих логістичних систем впливає на довкілля кількома ключовими шляхами. По-перше, як вже зазначалося, оптимізація транспортних операцій через хмарні системи призводить до скорочення споживання палива. Менше пройдених кілометрів і краща завантаженість кожного рейсу означають пропорційне зменшення викидів CO₂, NO_x та інших забруднювачів від транспортного сектору. За оцінками, впровадження передових TMS здатне знизити вуглецевий слід логістики на 10-15% тільки за рахунок маршрутної оптимізації та скорочення холостих пробігів (для автотранспорту). По-друге, консолідація IT-інфраструктури у великих хмарних центрах дозволяє зменшити сумарне енергоспоживання. Також зростає прозорість: кінцеві споживачі через інтегровані системи можуть отримувати більше інформації про походження продуктів, етапи їх переміщення. В епоху, коли суспільство вимагає відповідальності від бізнесу, така відкритість стає конкурентною перевагою. На рис. 1 зображено узагальнену схему впливу SaaS-орієнтованих логістичних систем на сталий розвиток ланцюгів постачання.

Таблиця 2

Приклади впровадження SaaS-рішень у логістиці та їх вплив на ефективність і екологічність

Компанія (сфера)	SaaS-рішення (провайдер)	Досягнутий ефект	Джерело
Giant Eagle (роздрібна торгівля)	Хмарна TMS (Manhattan Associates)	–8% порожніх пробігів; –7,7% загальної дистанції перевезень; +7% продуктивність завантаження транспорту. Покращення сервісу доставки при одночасному зниженні витрат на пальне та викидів.	Case study, США
Виробник електроніки (анонімно, виробнича сфера)	Oracle Cloud SCM (модулі планування та логістики)	Економія \$4 млн щорічно на транспортних витратах за рахунок оптимізації маршрутів і покращення координації постачань. Скорочення перевезень з аварійним прискоренням (expedited shipping) на 30%, що знизило витрати палива.	Nucleus Research, 2021
X Logistics (3PL-оператор)	Платформа відстеження вантажів SaaS (Track&Trace)	15% скорочення простоїв вантажів на складах перевалки завдяки проактивному моніторингу статусу перевезень; підвищення рівня задоволеності клієнтів на 10%. Вчасне реагування на затримки дозволило уникнути експрес-доставок літаком, зекономивши ~25 т палива за рік.	

Джерело: побудовано автором на основі [14]

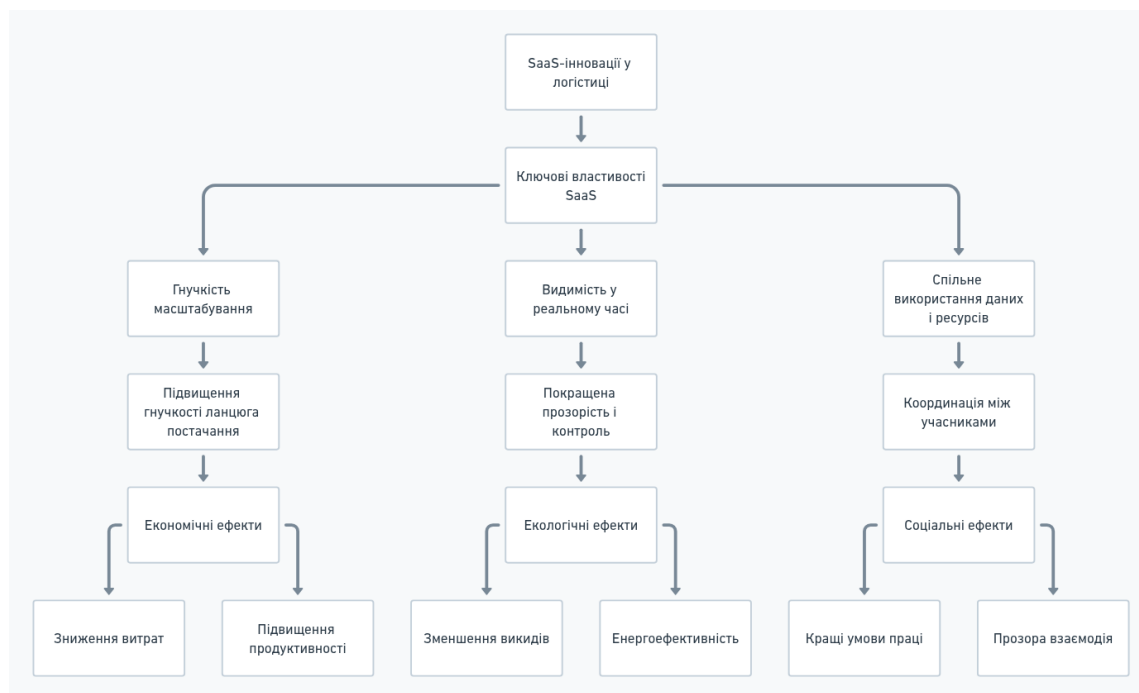


Рис. 1. Концептуальна модель впливу SaaS-орієнтованих логістичних систем на складові сталого розвитку ланцюга постачання.

Джерело: авторська розробка

Як показано на рис. 1, ключові властивості SaaS-рішень (гнучкість масштабування, видимість у реальному часі, спільне використання даних і ресурсів) слугують драйверами позитивних змін у ланцюзі постачання. Економічні вигоди (зниження витрат, підвищення продуктивності) йдуть пліч-о-пліч із екологічними (менше викидів, енергоефективність) та соціальними (кращі умови праці, прозора взаємодія). Таким чином, SaaS-орієнтовані логістичні системи виступають важливим **чинником інтеграції цілей сталого розвитку** в операційну діяльність ланцюгів постачання.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У даній статті досліджено роль SaaS-орієнтованих логістичних систем як чинника забезпечення сталого розвитку ланцюгів постачання. На основі аналізу сучасних наукових джерел і практичного досвіду впровадження цифрових платформ у логістиці зроблено низку висновків. По-перше, SaaS-рішення в логістиці суттєво підвищують ефективність управління ланцюгами постачання за рахунок гнучкого масштабування IT-ресурсів, моделі оплати за фактичне використання та покращення доступності даних у реальному часі. Це безпосередньо відображається на економічних показниках: компанії знижують операційні витрати на IT та логістику, оптимізують використання транспортних та складських потужностей. По-друге, хмарні логістичні системи сприяють екологічній сталості: зменшується споживання енергії через консолідацію обчислень у енергоефективних дата-центрах, скорочуються викиди забруднювальних речовин завдяки оптимізації маршрутів і зменшенню непотрібних перевезень, мінімізуються відходи через точніше

прогнозування та управління запасами. По-третє, соціальний ефект проявляється у покращенні умов праці (зниження стресового навантаження на персонал, можливість гнучкої зайнятості), підвищенні прозорості і підзвітності у відносинах із постачальниками, кращому інформуванні споживачів. Сформовано концептуальну модель та структуровані таблиці, що відображають ці механізми, що збагачує теорію управління ланцюгами постачання в контексті сталого розвитку. Практична цінність роботи підтверджена прикладами зменшення витрат і викидів завдяки SaaS-рішенням, які можуть слугувати орієнтиром для підприємств при обґрунтуванні інвестицій у цифрову логістичну інфраструктуру. Перспективи подальших досліджень полягають у більш детальному кількісному аналізі впливу SaaS-орієнтованих логістичних систем на показники сталого розвитку. Зокрема, цікавим напрямом є розробка методики оцінювання вуглецевого сліду ланцюга постачання до і після впровадження хмарних платформ, а також аналіз окупності інвестицій у такі рішення з урахуванням екологічних вигід. Крім того, доцільно дослідити питання управління ризиками та кібербезпекою в SaaS-логістиці, аби гарантувати стійкість не лише економічну та екологічну, а й технологічну.

ЛІТЕРАТУРА

1. Karvela P., Kopanaki E., Georgopoulos N. Challenges and opportunities of cloud adoption in supply chain management: a SWOT analysis model. *Journal of System and Management Sciences*. 2021.

Vol. 11, № 3. P. 215-234. URL: <https://www.aasmr.org/jsms/Vol11/vol.11.3.11.pdf>. DOI: 10.33168/JSMS.2021.0311.

2. Sun X., Yu H., Solvang W. D., Wang Y., Wang K. The application of Industry 4.0 technologies in sustainable logistics: a systematic literature review (2012-2020) to explore future research opportunities. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29, № 7. P. 9560-9591. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-17693-y> link.springer.com. DOI: 10.1007/s11356-021-17693-y.

3. Ul Akram M., Islam N., Chauhan C., Zafar Yaqub M. Resilience and agility in sustainable supply chains: a relational and dynamic capabilities view. *Journal of Business Research*. 2024. Vol. 183. Article 114855. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014829632400359X> sciencedirect.com. DOI: 10.1016/j.jbusres.2024.114855.

4. Liu S. Exploring the influence of cloud computing on supply chain performance: the mediating role of supply chain governance. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. 2025. Vol. 20, № 2. Article 70. URL: <https://www.mdpi.com/0718-1876/20/2/70>. DOI: 10.3390/jtaer20020070.

5. Kazancoglu Y., Ozkan-Ozen Y. D., Ozbiltekin-Pala M., Mangla S. Role of flexibility, agility and responsiveness for sustainable supply chain resilience during COVID-19. *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 362. Article 132431. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.132431.

6. Winkelhaus S., Grosse E. H. Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58, № 1. P. 18-43. DOI: 10.1080/00207543.2019.1612964.

7. Puică E. Cloud computing in supply chain management and economic, environmental and social impact analysis. *Informatica Economică*. 2020. Vol. 24, № 4. P. 41-54. URL: https://www.researchgate.net/publication/348085885_Cloud_Computing_in_Supply_Chain_Management_and_Economic_Environmental_and_Social_Impact_Analysis. DOI: 10.24818/issn14531305/24.4.2020.04.

8. Strategic implementation of SaaS-based tracking systems for sustainable logistics in a VUCA/BANI world. *International Journal of Research Publication and Reviews*. 2025. Vol. 6, № 6. P. 8978-8987. URL: <https://ijrpr.com/uploads/V6ISSUE6/IJRPR48832.pdf> ijrpr.com.

9. Reflecting on an empirical study of the digitalization initiatives for sustainability on logistics: the concept of sustainable logistics 4.0. *Cleaner Logistics and Supply Chain*. 2022. Vol. 4. Article 100058. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772390922000312> sciencedirect.com. DOI: 10.1016/j.clscn.2022.100058.

10. Ivanov D., Dolgui A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*. 2020. Vol. 32, № 9. P. 775-788.

URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2020.1768450> tandfonline.com. DOI: 10.1080/09537287.2020.1768450.

11. Queiroz M. M., Ivanov D., Dolgui A., Fosso Wamba S. Impacts of Industry 4.0 on supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58, № 6. P. 1922-1954. URL: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03685-7>. DOI: 10.1080/00207543.2019.1657247.

12. Spieske A., Birkel H. Improving supply chain resilience through Industry 4.0: a systematic literature review under the impressions of the COVID-19 pandemic. *Computers & Industrial Engineering*. 2021. Vol. 158. Article 107452. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221003569>. DOI: 10.1016/j.cie.2021.107452.

13. Giant Eagle finds a route to greater efficiency with Manhattan TMS. *Manhattan Associates, Case Study*. 2023. URL: <https://www.manh.com/our-insights/resources/case-study/giant-eagle-finds-route-greater-efficiency-manhattan-tms>.

14. Daniel Bachar Moving your supply chain planning to the cloud: consider these 5 key areas. *Oracle Blog*. 2024. URL: <https://blogs.oracle.com/scm/post/moving-your-supply-chain-planning-to-the-cloud-consider-these-5-key-areas>.

REFERENCES

1. Karvela P., Kopanaki E. and Georgopoulos N. (2021), Challenges and opportunities of cloud adoption in supply chain management: a SWOT analysis model, *Journal of System and Management Sciences*, vol. 11, № 3, p. 215-234, available at: <https://www.aasmr.org/jsms/Vol11/vol.11.3.11.pdf>. DOI: 10.33168/JSMS.2021.0311.

2. Sun X., Yu H., Solvang W. D., Wang Y. and Wang K. (2022), The application of Industry 4.0 technologies in sustainable logistics: a systematic literature review (2012-2020) to explore future research opportunities, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, № 7, p. 9560-9591, available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-17693-y>. DOI: 10.1007/s11356-021-17693-y.

3. Ul Akram M., Islam N., Chauhan C. and Zafar Yaqub M. (2024), Resilience and agility in sustainable supply chains: a relational and dynamic capabilities view, *Journal of Business Research*, vol. 183, Article 114855, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014829632400359X>. DOI: 10.1016/j.jbusres.2024.114855.

4. Liu S. (2025), Exploring the influence of cloud computing on supply chain performance: the mediating role of supply chain governance, *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, vol. 20, № 2, Article 70, available at: <https://www.mdpi.com/0718-1876/20/2/70>. DOI: 10.3390/jtaer20020070.

5. Kazancoglu Y., Ozkan-Ozen, Y. D., Ozbiltekin-Pala M. and Mangla S. (2022), Role of flexibility, agility and responsiveness for sustainable supply chain resilience during COVID-19, *Journal of Cleaner Production*, vol. 362, Article 132431. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.132431.
6. Winkelhaus S. and Grosse, E. H. (2020), Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system, *International Journal of Production Research*, vol. 58, № 1, p. 18-43. DOI: 10.1080/00207543.2019.1612964.
7. Puică E. (2020), Cloud computing in supply chain management and economic, environmental and social impact analysis, *Informatica Economică*, vol. 24, № 4, p. 41-54, available at: https://www.researchgate.net/publication/348085885_Cloud_Computing_in_Supply_Chain_Management_and_Economic_Environmental_and_Social_Impact_Analysis. DOI: 10.24818/issn14531305/24.4.2020.04.
8. Strategic implementation of SaaS-based tracking systems for sustainable logistics in a VUCA/BANI world (2025), *International Journal of Research Publication and Reviews*, vol. 6, № 6, p. 8978-8987, available at: <https://ijrpr.com/uploads/V6ISSUE6/IJRPR48832.pdf>.
9. Reflecting on an empirical study of the digitalization initiatives for sustainability on logistics: the concept of sustainable logistics 4.0 (2022), *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 4, Article 100058, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772390922000312>. DOI: 10.1016/j.clscn.2022.100058.
10. Ivanov D. and Dolgui A. (2020), A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0, *Production Planning & Control*, vol. 32, № 9, p. 775-788, available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2020.1768450>. DOI: 10.1080/09537287.2020.1768450.
11. Queiroz, M. M., Ivanov D., Dolgui A. and Fosso Wamba S. (2020), Impacts of Industry 4.0 on supply chain management: a systematic literature review, *International Journal of Production Research*, vol. 58, № 6, p. 1922-1954, available at: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03685-7>. DOI: 10.1080/00207543.2019.1657247.
12. Spieske A. and Birkel H. (2021), Improving supply chain resilience through Industry 4.0: a systematic literature review under the impressions of the COVID-19 pandemic, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 158, Article 107452, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221003569>. DOI: 10.1016/j.cie.2021.107452.
13. Giant Eagle finds a route to greater efficiency with Manhattan TMS. *Manhattan Associates, Case Study*. 2023, available at: <https://www.manh.com/our-insights/resources/case-study/giant-eagle-finds-route-greater-efficiency-manhattan-tms>.
14. Daniel Bachar Moving your supply chain planning to the cloud: consider these 5 key areas. *Oracle Blog*. 2024, available at: <https://blogs.oracle.com/scm/post/moving-your-supply-chain-planning-to-the-cloud-consider-these-5-key-areas>.

Стаття надійшла: 03.07.2025

Стаття прийнята: 14.11.2025

Стаття опублікована: 30.12.2025