

УДК 338.439:658.788:004.9

DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2026-15-4>**Вовк М. В.**

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту і бізнес-адміністрування,
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С. З. Гжицького
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6156-8298>

Myroslava Vovk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv

Лесюк Л. І.

здобувач третього рівня вищої освіти кафедри
менеджменту і бізнес-адміністрування,
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С. З. Гжицького
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1863-6194>

Liubomyr Lesiuk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv

ЦИФРОВІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ АГРАРНОГО БІЗНЕСУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЛОГІСТИЧНИХ РИЗИКІВ

DIGITALIZATION OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE MANAGEMENT IN UKRAINE'S AGRIBUSINESS UNDER LOGISTIC RISKS

Анотація. У даній статті проведено комплексне дослідження трансформації транспортної інфраструктури агробізнесу України в умовах воєнних ризиків, що спричинили масштабні деформації логістичних ланцюгів. Обґрунтовано, що за умов критичної невизначеності, блокади морських портів та руйнування традиційних маршрутів, класичні методи управління втрачають свою актуальність. Це зумовлює об'єктивну необхідність переходу від стихійної автоматизації окремих операцій до побудови цілісних цифрових екосистем. Авторами виокремлено та деталізовано три стратегічні вектори цифровізації логістики. Перший вектор полягає у алгоритмізації експортних потоків через впровадження хмарних TMS-платформ та блокчейну, що завдяки інтеграції з державними сервісами («e-Черга», e-TTN) прискорює транскордонні операції на 30-40%. Другий вектор передбачає створення «цифрового вікна» внутрішньої логістики на основі IoT-сенсорів та RFID-ідентифікації, що мінімізує людський фактор і знижує операційні витрати. Третій напрям базується на прогностичному моделюванні та використанні «цифрових двійників» (Digital Twins) для ідентифікації інфраструктурних «вузьких місць» та моделювання роботи терміналів у сценаріях енергетичних збоїв чи військових блокад. Наукова новизна дослідження полягає у розробці концептуальної моделі інтегрованої цифрової екосистеми управління, що базується на ієрархічній синергії чотирьох рівнів: від базової технологічної автономності активів до вищого рівня стратегічного прогностичного аналізу. Центральним елементом моделі визначено інтелектуальне координаційне ядро національної цифрової екосистеми логістики, яке забезпечує наскрізний геоінформаційний контроль усіх ланок ланцюга створення вартості. Доведено, що впровадження запропонованої моделі дозволяє підприємствам перейти від традиційного адміністрування до моделі вищого рівня управління. Такий підхід гарантує стабільність експортного потенціалу та економічну стійкість агросектору навіть за умов високої безпекової нестабільності та інфраструктурної непередбачуваності.

Ключові слова: агрологістика, транспортна інфраструктура, цифрова трансформація, воєнні ризики, прогностичне моделювання, екосистема управління, IoT, блокчейн.

Abstract. This article provides a comprehensive study of the transformation of Ukraine's agribusiness transport infrastructure under military risks that have caused large-scale deformations of logistics chains. It is argued that under conditions of critical uncertainty, blockade of maritime ports, and destruction of traditional routes, classical management methods lose their operational relevance. This necessitates an objective transition from spontaneous automation of isolated operations toward the construction of holistic digital ecosystems. The authors identified and detailed three strategic vectors of logistics digitalization. The first vector involves the algorithmization of export flows through cloud-based TMS platforms and block chain, which, integrated with state services («e-Queue», e-TTN), accelerates cross-border operations by 30-40%. The second vector involves creating a «digital window» for internal logistics based on IoT sensors and RFID identification, which minimizes the human factor and reduces operational costs. The third direction focuses on predictive modelling and «Digital Twins» to identify infrastructural bottlenecks and simulate terminal operations during energy failures or military blockades. Furthermore, the study emphasizes that the convergence of these technologies creates a unified information space that significantly enhances the transparency of multi-modal transportation. The scientific novelty lies in the development of a conceptual model for an integrated digital management ecosystem based on the hierarchical synergy of four levels: from basic technological autonomy of assets to strategic predictive analysis. The central element is the intellectual coordination core of the national digital logistics ecosystem, ensuring end-to-end geoinformation control of all value chain links. It is proven that the proposed model enables enterprises



to transition from traditional administration to anticipatory management. This approach guarantees export potential stability and economic resilience of the agricultural sector even under high security instability and infrastructural unpredictability. In conclusion, the practical implementation of this architectural framework serves as a vital instrument for the post-war recovery and long-term competitiveness of the national agrarian complex on the global stage.

Keywords: *agrolistics, transport infrastructure, digital transformation, military risks, predictive modeling, management ecosystem, Internet of Things (IoT), blockchain, intellectual autonomy, business resilience.*

Постановка проблеми. Сучасний стан національної економіки визначається домінуючою роллю агропромислового комплексу, який за умов воєнного стану перетворився на стратегічний фундамент фінансової стабільності та валютних надходжень України. Забезпечуючи близько 10-12% вітчизняного ВВП, аграрний сектор на сьогоднішній день виконує критичну функцію підтримки не лише внутрішньої, але і глобальної продовольчої безпеки. Проте реалізація цього потенціалу безпосередньо залежить від стійкості логістичної інфраструктури, яка зазнала масштабних деформацій через руйнування транспортних мереж, блокаду морських портів та стрімке зростання операційних витрат.

Традиційні підходи до управління логістикою, орієнтовані на стабільні та прогнозовані умови, виявилися нерелевантними в умовах безпрецедентних ризиків воєнного часу. Дефіцит складських потужностей, обмежена пропускна здатність кордонів та необхідність швидкої диверсифікації маршрутів, вимагають від вітчизняних підприємств пошуку інноваційних механізмів адаптації. У цьому контексті цифрова трансформація транспортної інфраструктури стає необхідною умовою забезпечення безперервності бізнес-процесів, дозволяючи замінити застарілі методи управління більш гнучкими системами оперативного планування на основі реальних даних.

Зважаючи на глобальну конкуренцію та посилення вимог міжнародних партнерів до прозорості ланцюгів постачання, розробка цифрових стратегій управління набуває пріоритетного значення. Впровадження інструментів автоматизації та систем оперативного моніторингу дасть змогу вітчизняним агровиробникам ефективно нівелювати логістичні ризики, оптимізувати витрати та зберегти роль України як ключового гравця на світовому аграрному ринку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значна кількість наукових праць вітчизняних науковців присвячена фундаментальним засадам функціонування логістичних систем в аграрному секторі. Концептуальний підхід до сучасного стану агрологістики в Україні, зокрема аналіз проблемних зон у ланцюгах постачання під час воєнних дій, детально висвітлено у працях С. Лихолат та Г. Миськів [1]. Питання цифровізації аграрного сектору та впливу інформаційно-комунікаційних технологій на трансформацію внутрішньої структури підприємств досліджено у праці О. Гросул та інших [2]. Вагомий внесок у класифікацію сучасних smart-технологій в АПК, включаючи інтелектуальні транспортні модулі, зроблено у дослідженні В. Кифяка [3].

Роль цифрових рішень як стратегічного механізму забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств на світовому зерновому ринку в умовах глобальної нестабільності обґрунтовано у працях О. Цимбал [4] та Р. Фігури [5]. Водночас практичні аспекти цифровізації логістики, такі як впровадження

IoT, SCM, GPS-моніторинг, блокчейн-реєстрів, які дозволяють підвищити точність прогнозування та зменшити втрати продукції описано у статті Волкової Н. та Петренко М. [6], а також О. Шульги та інших науковців [7].

Попри значну кількість досліджень, динаміка воєнних ризиків та інфраструктурні обмеження вимагають розробки нових стратегій, здатних швидко адаптуватися до змін. Зокрема, потребують додаткового дослідження методи інтеграції цифрових інструментів як механізмів оперативного реагування на специфічні ризики воєнного стану, що дозволить зберегти експортний потенціал галузі та сформувати технологічну базу у процесі після воєнного відновлення.

Мета статті. Ефективне функціонування транспортно-логістичної інфраструктури є критичною передумовою стабільності аграрного бізнесу, що безпосередньо впливає на його рентабельність та експортну спроможність. В умовах воєнного стану вітчизняні підприємства змушені не просто реагувати на загрози, а повністю перебудовувати систему управління.

З огляду на це, метою статті є комплексний аналіз ключових викликів у сфері транспортної логістики, обґрунтування ролі цифровізації як стратегічного інструменту їх подолання, а також розробка моделі щодо впровадження сучасних підходів до управління логістичною інфраструктурою задля підвищення стійкості аграрного бізнесу України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Трансформація транспортної інфраструктури агробізнесу в умовах воєнних ризиків вимагає переходу від стихійної автоматизації до побудови цілісних цифрових екосистем. Як підкреслюють у своїй праці О. Гросул та інші, сучасні інформаційно-комунікаційні технології стають не просто інструментом підтримки, а фундаментальним фактором зміцнення внутрішньої структури підприємства, що дозволяє йому ефективніше адаптуватися до логістичних розривів [2]. В основі такої адаптивності лежить перегляд класичної моделі агрологістики, яку С. Лихолат визначає як інтегрований ланцюг створення вартості, що за умов кризи потребує нових механізмів оперативного моніторингу [1].

Ключовим елементом нової парадигми управління є впровадження smart-технологій, які В. Кифяк класифікує за рівнем інтелектуальної автономності: від простих систем моніторингу до складання прогнозних модулів [3]. Особливого значення це набуває в контексті управління транспортними ризиками, де поєднання IoT-сенсорів та супутникової навігації дозволяє в реальному часі коригувати маршрути залежно від безпекової ситуації та пропускної здатності інфраструктурних вузлів.

Разом з тим, специфіка управління в сучасних умовах полягає у критичному зростанні логістичних ризиків, які, на нашу думку, доцільно класифікувати за джерелами їх виникнення, а саме: інфраструктурні

(руйнування мереж та блокада портів), операційні (дефіцит ресурсів, черги на кордонах) та інформаційні (втрата даних, складність сертифікації проходження продукції тощо). Традиційні методи подолання цих ризиків виявилися занадто інертними в умовах війни, що підштовхнуло до перегляду стратегій на основі цифровізації.

На відміну від довоєнного періоду, сучасна цифровізація логістики в Україні перестала бути лише інструментом автоматизації обліку та трансформувалася у стратегічну систему виживання бізнесу, що базується на трьох взаємопов'язаних інноваційних векторах.

Насамперед ідеться про алгоритмізацію експортної логістики, яка сьогодні виступає не просто технічним рішенням, а засобом геополітичної конкуренції. Адже, у сучасних умовах цифрова зрілість агроекспортерів стає ключовим аргументом у боротьбі за місце на світовому зерновому ринку. Згідно дослідженнями, О. Цимбали, в умовах воєнних ризиків та нестабільного фрахту, саме здатність підприємств оперувати даними в реальному часі дозволяє зберігати експортний потенціал [4]. На практиці це реалізується через розбудову екосистеми «Цифрового вікна» та впровадження технології блокчейн. Використання хмарних TMS-платформ (Transportation Management System), інтегрованих із державними сервісами («Черга», eTTH), дає змогу автоматично бронювати часове вікно на перевалку в портах Великої Одеси, що у 2024 році забезпечило рекордні 56,1 млн т вантажообігу через «Український коридор» [8]. Більш того, застосування технології блокчейн забезпечує прозорість ланцюга постачання, що є критично важливим для сертифікації української продукції на ринках ЄС та подолання недовіри до міжнародних трейдерів. Додатковий ефект забезпечує API-інтеграція (Application Programming Interface) з митними сервісами, яка за 30–40% прискорює проходження транскордонних бар'єрів.

Другим вектором є інтеграція внутрішньої логістики в єдине цифрове вікно. Вона допомагає синхронізувати внутрішні процеси з зовнішніми інфраструктурними можливостями, що є першочерговим кроком до економічної стійкості. За даними міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури, інтеграція внутрішніх складських систем WMS (Warehouse Management System) із державними цифровими сервісами дозволило значно скоротити час простою транспорту на кордоні [9]. Центральним елементом тут є впровадження системи інтелектуального моніторингу (Smart Monitoring). Це дозволяє перейти від простого спостереження до комплексної телеметрії, де кожен етап перевезення контролюється в режимі реального часу. Встановлення IoT-сенсорів на зерновозах дозволяє у реальному часі контролювати не лише геолокацію, а й вагу, вологість та температуру вантажу, що мінімізує ризики псування при вимушених очікуваннях. Використання RFID-ідентифікації (Radio Frequency Identification) водіїв автоматизує доступ до елеваторів, усуваючи бюрократичні затримки, а інтелектуальний контроль палива дозволяє знизити операційні витрати навіть на складних, нетипових маршрутах.

Застосування прогностичного моделювання для управління ризиками виступає третім вектором циф-

ровізації логістики. В умовах високої невизначеності управління логістикою зміщується від констатації фактів до активного прогнозування. Використання штучного інтелекту (AI) та Big Data дозволяє агро-виробникам завчасно ідентифікувати «вузькі місця» інфраструктури та інвестувати у власні автономні ланки – від вагонів-зерновозів до портових терміналів [10]. Цей вектор базується на впровадженні складних аналітичних модулів:

✓ AI-алгоритмів оптимізації логістичних маршрутів, що аналізують безпекову ситуацію та стан доріг в реальному часі для вибору оптимального шляху;

✓ Цифрових двійників (Digital Twins) інфраструктурних об'єктів, які дозволяють моделювати роботу терміналів у сценаріях критичних енергозбоїв або логістичних блоkad;

✓ Big Data аналітики, яка спрямована на прогнозування вартості фрахту та попиту на транспорті потужності залежно від глобальної кон'юнктури та у період пікових сезонних навантажень.

Розуміння механізму цифрової трансформації логістичної інфраструктури потребує системного погляду на зміну управлінської моделі – від жорсткої лінійної структури до гнучкої мережевої екосистеми. Концептуальна модель цієї трансформації, що охоплює чотири взаємопов'язані рівні, представлено на рисунку 1.

Представлена на рисунку 1 модель інтегрує чотири функціональні рівні в єдину мережеву екосистему, де центральне ядро забезпечує наскрізний геоінформаційний моніторинг та координацію процесів в реальному часі. Базовий рівень технологічної автономності (рівень 4), що охоплює автоматизацію складів (WMS) та ідентифікацію транспорту (FMS, FRID), формує масив первинних даних для подальшої цифрової інтеграції (рівень 3) через API та систему e-TTH. Вищі рівні аналітичної оптимізації (рівень 2) та стратегічного управління (рівень 1) трансформують цей потік інформації у конкретні управлінські рішення за допомогою алгоритмів маршрутизації та прогностичного моделювання. Таким чином, інтеграція автономності технічних ресурсів із їх цифровізацією створює гнучку модель управління інфраструктурою.

Отже, нова стратегія управління транспортною інфраструктурою повинна базуватися на синергії технологічної автономності та їхньої глибокої цифрової інтеграції в єдине мереживу екосистему. У підсумку, така ієрархічна структура дозволить агробізнесу перейти від традиційного адміністрування до моделі випереджального управління, гарантуючи прозорість логістики та економічну стійкість навіть в умовах високих безпекових ризиків.

Висновки. Проведене дослідження дозволяє констатувати, що в умовах воєнних ризиків трансформація транспортної інфраструктури агробізнесу вимагає докорінного перегляду управлінських підходів – від стихійної автоматизації окремих процесів до розбудови цілісних цифрових екосистем. Доведено, що сучасні цифрові інструменти перестали бути лише засобом обліку, перетворившись на стратегічний фактор виживання та зміцнення внутрішньої структури підприємств. Це реалізується через три взаємопов'язані вектори: алгоритмізацію експортних потоків за допомогою хмарних TMS-платформ та технології блокчейн, глибоку інтеграцію внутрішньої



Рисунок 1 – Концептуальна модель інтегрованої цифрової екосистеми управління транспортною інфраструктурою агробізнесу

Джерело: власна розробка авторів

логістики в єдине «цифрове вікно» на основі IoT та RFID-технологій, а також впровадження прогностичного моделювання. В роботі запропонована концептуальна модель синергії цих процесів, впровадження

якої дозволить агробізнесу трансформувати існуючу модель управління. Це в свою чергу забезпечить економічну стійкість і стабільність агроекспорту в сучасних умовах.

Бібліографічний список:

1. Лихолат С., Миськів Г. Сутність агрологістики та її сучасний стан в Україні. *Академічні візії*. 2022. Вип. 14. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10122569>
2. Hrosul V., Kruhlova O., Kolesnyk A. Digitalization of the agricultural sector: the impact of ICT on the development of enterprises in Ukraine. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2023. Vol. 9, no. 4. Pp. 119–140. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.04.06>
3. Кифяк В. Цифрові аграрні технології: зміст та основні види. *Науковий вісник Полісся*. 2025. № 1 (30). С. 33–50. DOI: [https://doi.org/10.25140/2410-9576-2025-1\(30\)-33-50](https://doi.org/10.25140/2410-9576-2025-1(30)-33-50)
4. Цимбал Л. Діджиталізація українських компаній як механізм конкурентної боротьби на глобальному ринку зернових. *Облік і фінанси*. 2022. № 4 (98). С. 107–113. DOI: [https://doi.org/10.33146/2307-9878-2022-4\(98\)-107-113](https://doi.org/10.33146/2307-9878-2022-4(98)-107-113)
5. Фігура Р. Заходи щодо розвитку цифрових рішень у сфері агрологістики. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 77. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-77-101>
6. Волкова Н., Петренко М. Цифровізація логістики в агробізнесі: виклики, рішення та перспективи. *Innovative Approaches in Modern Science and Technology: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference* (Lisbon, June 18–20, 2025). Lisbon: International Scientific Unity, 2025. Pp. 230–234. URL: https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/06/Lisbon_Portugal_18.06.25.pdf; <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/20367>
7. Management of logistics infrastructure in the system of digital transformation of the economy of Ukraine / O. Shulha et al. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*. 2024. Vol. 14, iss. 2, spec. iss. XLIII. Pp. 143–147. URL: <https://www.magnanimitas.cz/14-02-xliiii>
8. Інфографічний довідник «Агробізнес України» 2023/2024. URL: https://agribusinessinukraine.com/get_file/id/the-infographics-report-ukrainian-agribusiness-2024.pdf
9. Е-ТТН: статус впровадження проєкту з цифровізації товарно-транспортних накладних : веб-сайт Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України. URL: <https://mindev.gov.ua/news/e-ttn-status-vprovadzhennia-proiektu-z-tsifrovizatsii-tovarno-transportnykh-nakladnykh>

10. Resilience and innovation: how Ukraine's agricultural sector is improving logistics and optimizing operations : website. Dentons. URL: <https://www.dentons.com/en/insights/articles/2024/december/18/resilience-and-innovation-how-ukraine-agricultural-sector-is-improving-logistics>

References:

1. Lykholat S., Myskiv H. (2022) Sutnist ahrolohistyky ta yii suchasnyi stan v Ukraini [The essence of agrologistics and its current state in Ukraine]. *Akademichni vizii – Academic Visions*, vol. 14. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10122569>
2. Hrosul V., Kruhlova O., Kolesnyk A. (2023) Digitalization of the agricultural sector: the impact of ICT on the development of enterprises in Ukraine. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, vol. 9 (4), pp. 119–140. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.04.06>
3. Kyfiak V. (2025) Tsyfrovi ahrarni tekhnolohii: zmist ta osnovni vydy [Digital agricultural technologies: content and main types]. *Naukovyi visnyk Polissia – Scientific Bulletin of Polissia*, vol. 1 (30), pp. 33–50. DOI: [https://doi.org/10.25140/2410-9576-2025-1\(30\)-33-50](https://doi.org/10.25140/2410-9576-2025-1(30)-33-50)
4. Tsymbal L. (2022) Didzhytalizatsiia ukraïnskykh kompanii yak mekhanizm konkurentnoi borotby na hlobalnomu rynku zernovykh [Digitalization of Ukrainian companies as a mechanism of competitive struggle in the global grain market]. *Oblik i finansy – Accounting and Finance*, vol. 4 (98), pp. 107–113. DOI: [https://doi.org/10.33146/2307-9878-2022-4\(98\)-107-113](https://doi.org/10.33146/2307-9878-2022-4(98)-107-113)
5. Fihura R. (2025) Zakhody shchodo rozvytku tsyfrovyykh rishen u sferi ahrolohistyky [Measures for the development of digital solutions in the field of agrologistics]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and Society*, vol. 77. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-77-101>
6. Volkova N., Petrenko M. (2025) Tsyfrovizatsiia lohistyky v ahrobiznesi: vyklyky, rishennia ta perspektyvy [Digitalization of logistics in agribusiness: challenges, solutions and prospects]. *Innovative Approaches in Modern Science and Technology: II Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia (Lisbon, June 18th–20th, 2025)*. Lisbon: International Scientific Unity. (in Ukrainian). URI: https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/06/Lisbon_Portugal_18.06.25.pdf; <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/20367>
7. Shulha O., Sysoiev O., Samoilenko B., Voitovych S., Grytsyna O., Sholudko O., Sadovska I., Tkachuk Z. (2024) Management of logistics infrastructure in the system of digital transformation of the economy of Ukraine. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, vol. 14 (2), pp. 143–147. Available at: <https://www.magnanimitas.cz/14-02-xliii>
8. Infografichniy dovidnyk “Ahrobiznes Ukrainy” 2023/2024 [Infographic report “Ukrainian Agribusiness” 2023/2024]. Available at: https://agribusinessinukraine.com/get_file/id/the-infographics-report-ukrainian-agribusiness-2024.pdf
9. Ministerstvo rozvytku hromad, terytorii ta infrastruktury Ukrainy. E-TTN: status vprovadzhennia proiektu z tsyfrovizatsii tovarno-transportnykh nakladnykh [E-TTN: status of implementation of the project on digitalization of consignment notes]. Available at: <https://mindev.gov.ua/news/e-ttn-status-vprovadzhennia-proiektu-z-tyfrovizatsii-tovarno-transportnykh-nakladnykh>
10. Resilience and innovation: how Ukraine's agricultural sector is improving logistics and optimizing operations. Dentons. Available at: <https://www.dentons.com/en/insights/articles/2024/december/18/resilience-and-innovation-how-ukraine-agricultural-sector-is-improving-logistics>

Стаття отримана: 15.04.2026

Стаття прийнята: 28.05.2026

Стаття опублікована: 26.06.2026