

УДК 004.9:656:577.1(045)

DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2025-4.8>**Василюк С.В.**

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри технології біологічно активних сполук,
фармації та біотехнології,
Національний університет «Львівська політехніка»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2946-0513>

Франів І.А.

доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри підприємництва, торгівлі та логістики,
Львівський торговельно-економічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6191-9772>

Татарин Н.Б.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри підприємництва, торгівлі та логістики,
Львівський торговельно-економічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7526-7282>

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА ПРОСТЕЖУВАНІСТЬ У ЛОГІСТИЦІ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОДУКТІВ

У статті висвітлено роль цифровізації та простежуваності у логістиці біотехнологічної продукції в умовах зростання вимог до якості, безпеки й прозорості ланцюгів постачання. Проаналізовано обіг біопрепаратів, вакцин, ферментів і пробіотиків, що потребують дотримання «холодового ланцюга» відповідно до вимог GDP. Узагальнено положення документів ЄС та ВООЗ (EU GDP 2013/C 343/01, WHO TRS 1025) і сучасних ініціатив щодо цифрового продуктового паспорту (DPP), спрямованих на забезпечення повної простежуваності біотоварів. Розглянуто можливості застосування IoT, RFID і blockchain для моніторингу параметрів, ідентифікації партій та захисту даних. За результатами SWOT-аналізу окреслено сильні й слабкі сторони цифрової трансформації біотехнологічної логістики України, основні бар'єри впровадження (вартість технологій, кадровий дефіцит, фрагментарність нормативів) та перспективи розвитку – створення цифрового реєстру, пілотних блокчейн-проектів і кластерів smart logistics.

Ключові слова: логістичний менеджмент, біотехнологічна продукція, логістика, цифровізація, простежуваність, холодовий ланцюг, IoT, RFID, blockchain, цифровий продуктовий паспорт, належна дистрибутивна практика, логістичний ланцюг.

DIGITALIZATION AND TRACEABILITY IN THE LOGISTICS OF BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTS

Vasulyuk Sofiya*Lviv Polytechnic National University***Franiv Ihor, Tataryn Nataliya***Lviv University of Trade and Economics*

The article investigates the role of digitalization and traceability in the logistics of biotechnological products amid growing global requirements for quality, safety, and transparency in supply chains. It emphasizes that biopharmaceuticals, vaccines, enzymes, and probiotics, due to their sensitivity to temperature and transport conditions, require strict compliance with Good Distribution Practice (GDP 2013/C 343/01) and the maintenance



© Василюк С.В., Франів І.А., Татарин Н.Б., 2025

of a continuous cold chain. The study generalizes the provisions of EU and WHO regulatory frameworks (EU GDP, WHO TRS 1025) and current European initiatives such as the Digital Product Passport (DPP), which aim to ensure complete product traceability throughout the life cycle. The potential of Internet of Things (IoT), Radio Frequency Identification (RFID), and blockchain technologies for monitoring temperature, humidity, and location parameters, as well as for securing logistics data, is analyzed. The paper outlines the evolution of digital logistics standards from traditional quality control toward integrated digital ecosystems that record each product batch's origin, storage, and distribution data. Based on a SWOT analysis, the authors identify the strengths of Ukraine's biotechnological logistics sector (qualified specialists, certified hubs, experience in GDP implementation), weaknesses (fragmented digital systems, high technology costs, shortage of digital logistics experts), opportunities (EU harmonization, Horizon Europe programs, blockchain pilot projects), and threats (cybersecurity risks, infrastructure losses, regulatory gaps). The findings reveal that Ukraine's logistics digitalization is in the early stages but demonstrates positive dynamics, supported by industry projects, national digital initiatives, and growing private-sector investment in smart logistics solutions. The article proposes strategic directions for the digital transformation of biotechnological logistics in Ukraine: the development of a unified national digital registry, pilot blockchain projects for vaccine traceability, and the establishment of smart logistics clusters that integrate business, academia, and regulators. Implementation of these approaches will enhance transparency, reliability, and sustainability of biotechnological supply chains and accelerate Ukraine's integration into the European digital logistics ecosystem.

Keywords: logistics management, biotechnological products, logistics, digitalization, traceability, cold chain, IoT, RFID, blockchain, digital product passport, Good Distribution Practice, supply chain.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток біотехнологій радикально змінює структуру світової економіки та логістичних систем. Біопрепарати, вакцини, ферменти, пробіотики й інші продукти новітніх технологій стають не лише об'єктом міжнародної торгівлі, а й чинником формування нових вимог до транспортування, зберігання та контролю якості. У цих умовах логістика біотехнологічної продукції перетворюється на стратегічний елемент глобальної системи охорони здоров'я та сталого розвитку.

Виробництво та споживання біотехнологічної продукції формують розгалужені міжнародні ланцюги постачання, що охоплюють науково-дослідні центри, промислові майданчики, дистриб'юторів, логістичних операторів і кінцевих споживачів у різних країнах. Ефективність логістики в цьому сегменті безпосередньо визначає доступність, якість і безпечність біотехнологічних продуктів.

Специфікою біотехнологічної продукції є її висока чутливість до умов зберігання та транспортування: температури, вологості, освітленості, механічних впливів і часу перебування в дорозі. Для більшості вакцин, біопрепаратів і низки ферментних препаратів критичною є підтримка безперервного «холодового ланцюга», порушення якого призводить до втрати активності та зростання ризиків для пацієнтів. Саме тому європейські настанови з належної дистрибутивної практики (Good Distribution Practice, GDP 2013/C 343/01) вимагають документального підтвердження того, що умови транспортування, зокрема температурний режим, не погіршують якості лікарських засобів [1].

Сучасні ланцюги постачання біотехнологічної продукції відзначаються високим ступенем

складності: залучені численні посередники, використовуються комбіновані види транспорту, здійснюються перехід через митні кордони та регуляторні режими різних юрисдикцій. Пандемія COVID-19 наочно продемонструвала, наскільки вразливою є глобальна логістика вакцин і біопрепаратів до затримок, браку «прозорості» та недостатньої координації між учасниками. У відповідь регулятори та бізнес посилюють вимоги до простежуваності, прозорості та підзвітності на всіх етапах руху продукції. Паралельно в Європейському Союзі розгортається концепція цифрового продукт-паспорта (Digital Product Passport), який має забезпечити єдине цифрове «досьє» про походження, склад, умови обігу й екологічні характеристики товарів протягом усього життєвого циклу [2].

Ключову роль у реалізації таких вимог відіграє цифровізація логістичних процесів. Інтернет речей (IoT), RFID-технології, системи супутникового позиціонування та бездротові сенсорні мережі дають змогу здійснювати безперервний моніторинг температури, місцезнаходження й стану вантажу в режимі реального часу, а також інтегрувати ці дані в інформаційні системи управління ланцюгами постачання [3,4].

Паралельно впроваджуються рішення на основі технології *blockchain*, що забезпечують вищий рівень захисту даних і прозорості логістичних процесів. Їх застосування у ланцюгах постачання вакцин і холодових ланцюгах дає змогу створювати незмінні реєстри температурних параметрів та операцій між учасниками мережі [5].

Хоча потенціал цифрових технологій у логістиці є беззаперечним, їх практичне впровадження стримується низкою бар'єрів – від

технічної сумісності до нормативної неузгодженості між країнами. При цьому наукові праці зосереджені переважно на окремих технологіях (IoT, RFID, *blockchain*), тоді як цілісні підходи до їх інтеграції в міжнародні ланцюги постачання біотехнологічної продукції досі розроблені недостатньо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання цифровізації логістики біотехнологічної продукції активно вивчаються у працях зарубіжних дослідників. Зокрема, A. Yadav et al. у [5] аналізують можливості впровадження технології *blockchain* у логістику вакцин та визначають основні бар'єри її використання. K. Crooks і A. Haddud [3] доводять ефективність застосування *RFID*-технологій для підвищення конкурентоспроможності фармацевтичних компаній, а J. Ferdousmou et al. [4] узагальнюють тенденції інтеграції *IoT* у системах управління ланцюгами постачання. Європейські ініціативи, зокрема *EU Digital Product Passport* [2], спрямовані на посилення простежуваності та сталості біотехнологічних логістичних ланцюгів.

В Україні проблематика цифровізації у фармацевтичній та біотехнологічній логістиці поки що висвітлена обмежено. Окремі аспекти впровадження принципів належної дистрибутивної практики (*GDP 2013/C 343/01*) та моніторингу холододових ланцюгів розглядаються у публікаціях фахівців фармацевтичних і транспортно-логістичних компаній [6, 7], а також у працях науковців, що досліджують гармонізацію національних стандартів із європейськими вимогами.

Постановка завдання. Метою цієї статті є узагальнення сучасних підходів до цифровізації та забезпечення простежуваності в ланцюгах постачання біотехнологічної продукції, а також окреслення ключових можливостей і викликів щодо їх впровадження в Україні з урахуванням вимог європейського регуляторного середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. Цифровізація логістичних процесів у біотехнологічному секторі розглядається як один із ключових інструментів забезпечення якості, безпеки та простежуваності продукції. Розвиток цифрових технологій радикально змінює підходи до управління міжнародними ланцюгами постачання біотехнологічної продукції. Використання систем *IoT*, *RFID* та *blockchain* забезпечує не лише прозорість і точність обліку, але й формує нову культуру довіри між усіма учасниками логістичного процесу – від виробника до кінцевого споживача.

Переваги цифровізації виявляються у кількох аспектах, а саме:

- прозорість і простежуваність – у режимі реального часу відстежуються партії продукції, умови зберігання, маршрути перевезення та температурні коливання;

- зниження втрат – завдяки моніторингу критичних параметрів зменшуються випадки псування вакцин, ферментних препаратів та інших чутливих матеріалів;

- оптимізація маршрутів і витрат – використання аналітики даних дозволяє скорочувати логістичні цикли та витрати на транспортування;

- підвищення довіри – цифрові інструменти спрощують аудит, забезпечують підтвердження автентичності продукції та відповідність *GDP*-вимогам.

Цифровізація логістики біотехнологічної продукції ґрунтується на поєднанні регуляторних вимог до якості лікарських засобів і сучасних підходів до управління даними. Ключовим документом у Європейському Союзі є *Guidelines on Good Distribution Practice of Medicinal Products for Human Use (GDP, 2013/C 343/01)*, у яких встановлено вимоги до транспортування, зберігання та контролю якості лікарських засобів. Настанови наголошують на обов'язковості простежуваності і документованого підтвердження температурного режиму протягом усього логістичного ланцюга [1].

Додаткові положення щодо цифрового моніторингу параметрів холододового ланцюга містить *WHO Technical Report Series No. 1025 (2020)*, який описує технічні стандарти для систем віддаленого контролю та збору даних під час зберігання і транспортування вакцин та біопрепаратів. У документі підкреслено, що застосування електронних реєстрів і сенсорних систем є ключовою умовою забезпечення стабільності препаратів [8].

Аналітичні звіти *European Chemical Industry Council (CEFIC)* визначають цифрову простежуваність як основу сталих логістичних процесів [9].

Водночас у звіті компанії *Onix (2025) "EU Digital Product Passport: A Practical Guide to Deadlines and Requirements"* розкрито механізми впровадження цифрового продуктового паспорту (*Digital Product Passport, DPP*), який у найближчі роки стане обов'язковим для більшості категорій товарів на європейському ринку [2]. У ньому зазначено, що *DPP* має забезпечити відкритий доступ до інформації про походження, умови транспортування, екологічні характеристики й відповідність стандартам сталого розвитку. Для біотехнологічної продукції це означає перехід до повної цифрової простежуваності на всіх етапах життєвого циклу – від виробництва до споживання.

Таким чином, порівняльний аналіз (табл.1) свідчить, що всі міжнародні документи узгоджуються у визнанні простежуваності та цифрового моніторингу як ключових елементів контролю якості біотехнологічної продукції. Документи ЄС та ВООЗ зосереджені переважно на забезпеченні належної дистрибутивної прак-

тики (GDP) і стабільності температурних режимів, тоді як нові ініціативи CEFIC та Onix розширюють ці вимоги до рівня повної цифрової прозорості та сталого управління даними у ланцюгах постачання.

Така еволюція нормативного поля демонструє перехід від контролю процесу транспортування до створення єдиного цифрового середовища, у якому кожна партія продукції має власну електронну історію. Для України ці тенденції визначають орієнтири подальшої гармонізації регуляторної бази з європейськими стандартами й розвитку цифрових інструментів у логістиці біотехнологічних товарів.

Для визначення стратегічних орієнтирів розвитку цифрової логістики було проведено SWOT-аналіз (табл 2), що охоплює оцінку внутрішніх і зовнішніх чинників, які впливають на цифрову трансформацію фармацевтичної та біотехнологічної логістичної системи України у контексті євроінтеграційних процесів.

Проведений SWOT-аналіз засвідчив, що цифрова трансформація логістики біотехнологічної продукції в Україні має значний потенціал, проте реалізація цього потенціалу залежить від здатності системи подолати наявні технологічні, економічні та нормативні бар'єри. Водночас наявні кадрові ресурси, досвід фармацевтичних операторів і зростання інтересу до смарт-логістики створюють передумови для поступового переходу

до інтегрованих цифрових моделей управління постачанням.

Проведений аналіз відкритих джерел, корпоративних звітів та аналітичних матеріалів свідчить, що цифровізація логістичних процесів в Україні перебуває на етапі часткового впровадження. Основні оператори фармацевтичної дистрибуції – «Артеріум-Логістика», «Фармасофт», «Інтерфарм» – активно використовують автоматизовані системи управління складами (WMS), електронний документообіг, а також сертифіковані температурні логери для моніторингу умов зберігання. Водночас повна інтеграція IoT-сенсорів і централізованих аналітичних платформ поки що відсутня.

Серед технологічних рішень, що нині застосовуються у фармацевтичній та біотехнологічній логістиці України, провідне місце посідають системи на основі Інтернету речей (IoT), які забезпечують безперервний моніторинг температури, вологості та геолокації під час транспортування чутливих препаратів. Їх використання дозволяє оперативно виявляти відхилення від нормативних параметрів і запобігати втратам якості продукції. Технологія радіочастотної ідентифікації (RFID) поки що впроваджується обмежено – переважно для імпортних партій препаратів, де потрібен високий рівень простежуваності. Основним стримувальним чинником залишається висока вартість зчитувального обладнання та

Таблиця 1

**Порівняння вимог міжнародних документів
щодо цифрової простежуваності біотехнологічної продукції**

Документ / організація	Рік	Основний акцент	Ключові вимоги до цифровізації	Значення для біотехнологічної логістики
EU GDP (2013/C 343/01) – <i>Guidelines on Good Distribution Practice of Medicinal Products for Human Use</i>	2013	Якість і безпечність дистрибуції лікарських засобів	Вимога документального підтвердження умов транспортування; простежуваність і контроль температури; аудит постачальників	Забезпечення безперервності «холодового ланцюга» та гарантії якості біопрепаратів
WHO TRS 1025 – <i>WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations</i>	2020	Глобальні стандарти для зберігання і транспортування фармацевтичної продукції	Використання електронних систем збору даних і моніторингу температури; калібрування сенсорів; звітність у цифровому форматі	Гармонізація вимог ВООЗ із національними системами моніторингу вакцин і біопрепаратів
CEFIC. Transport & Logistics – Guidance & Management Frameworks	2024	Сталість і цифрова інтеграція хімічної та біофармацевтичної логістики	Впровадження <i>smart logistics</i> , IoT-сенсорів, RFID-ідентифікації, систем управління ризиками; електронна верифікація даних	Орієнтир для формування «зелених» і прозорих ланцюгів постачання в ЄС
Onix (2025). EU Digital Product Passport: Guide	2025	Реалізація концепції цифрового продуктового паспорту (DPP)	Створення цифрового доосьє з даними про походження, умови транспортування, енергоспоживання та відповідність стандартам сталого розвитку	Перехід до повної цифрової простежуваності біотехнологічних товарів у єдиному європейському інформаційному просторі

Джерело: складено на основі [1, 2, 8, 9]

Таблиця 2

SWOT-аналіз цифрової трансформації логістики біотехнологічної продукції в Україні

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
- Наявність фахівців із фармацевтичної дистрибуції та досвідом роботи за стандартами GDP. - Функціонування сертифікованих логістичних хабів і складів із системами контролю температури. - Впровадження WMS-систем та елементів автоматизації документообігу. - Наявність розвиненої системи контролю якості та державного регулювання у сфері фармацевтики.	- Фрагментарність упровадження цифрових рішень, відсутність єдиної інтегрованої системи простежуваності. - Обмежена взаємодія інформаційних систем між виробниками, перевізниками й аптеками. - Висока вартість цифрових технологій для малих і середніх підприємств. - Недостатня кількість фахівців з цифрової логістики та IoT-аналітики.
Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
- Гармонізація регуляторного середовища України з вимогами ЄС у сфері GDP та цифрової простежуваності. - Участь у програмах технічної допомоги ЄС (Horizon Europe, Digital Europe). - Запровадження пілотних blockchain-проектів для вакцин та біопрепаратів. - Розвиток спільних цифрових платформ і логістичних хабів із країнами ЄС. - Формування кластерів «розумної логістики» (smart logistics) в Україні.	- Ризики кібербезпеки та витоку даних у процесі цифровізації. - Нестабільність енергопостачання та воєнні чинники. - Втрата частини логістичної інфраструктури через бойові дії. - Відставання у гармонізації законодавства з європейськими вимогами щодо цифрового контролю та звітності.

Джерело: авторська розробка

потреба в спеціалізованому програмному забезпеченні. Технологія blockchain, натомість, перебуває на етапі тестування в межах пілотних проектів, однак має значний потенціал для створення цифрових сертифікатів партій і забезпечення прозорості обігу біопродукції в міжнародних ланцюгах постачання.

Серед головних бар'єрів цифрової трансформації виділяються висока собівартість технологічних рішень для малих і середніх підприємств, недостатня підготовка кадрів у сфері цифрової логістики та відсутність уніфікованої нормативно-правової бази для електронної простежуваності й обміну даними між учасниками ринку. Ці чинники стримують темпи цифровізації, водночас підкреслюючи потребу у гармонізації регуляторних вимог із європейськими стандартами та розвитку спеціалізованих освітніх програм.

Попри це, тенденції залишаються позитивними. У рамках ініціатив *МОН* і *МОЗ* впроваджуються освітні програми з цифрової фармації, зростає кількість проектів, орієнтованих на «розумні склади» та температурний моніторинг. Приватний сектор демонструє готовність інвестувати у створення національних цифрових платформ, сумісних із європейськими стандартами GDP та майбутньою системою Digital Product Passport (DPP). Так, корпорація «Артеріум» реалізувала проект цифрової трансформації логістики у партнерстві зі SMART business [10], що включає автоматизацію складських операцій і моніторинг температурних режимів. Крім того, публікація DigitalState UA (2025) [11] засвідчує участь приватних компаній у національних ініціативах із цифровізації фармацевтичного сектору, що підтверджує акту-

альність залучення бізнесу до розвитку спільних цифрових платформ.

У контексті євроінтеграційних процесів цифровізація логістики біотехнологічної продукції в Україні потребує системного підходу, який поєднує нормативне, інституційне та освітнє забезпечення. Насамперед доцільним є створення національної дорожньої карти цифровізації фармацевтичної логістики, що передбачатиме гармонізацію національних стандартів із європейськими вимогами *Good Distribution Practice (GDP)*, *WHO TRS 1025* і концепцією *Digital Product Passport (DPP)*.

Важливим стратегічним напрямом є створення міжгалузевих цифрових платформ для обміну даними між виробниками, логістичними операторами, лабораторіями контролю якості та регуляторними органами. Їх функціонування дозволить формувати наскрізні цифрові ланцюги постачання – від виробництва до аптечного сегмента – і забезпечить прозорість руху продукції в реальному часі.

Особливу роль відіграє людський фактор. В умовах дефіциту кадрів із цифрової логістики необхідним є розвиток спеціалізованих освітніх програм, магістерських курсів і тренінгів для фахівців у сфері фармацевтичної дистрибуції.

Не менш перспективним є формування інноваційних кластерів “smart logistics”, у межах яких можуть апробуватися нові моделі співпраці бізнесу, науки та регуляторів. Їх діяльність сприятиме випробуванню пілотних проектів із впровадження IoT-моніторингу, RFID-ідентифікації та блокчейн-трасування для вакцин і біопрепаратів.

Таким чином, перспективи цифровізації логістики біотехнологічної продукції в Україні визначаються не лише технологічним прогресом, а й готовністю держави, бізнесу та освітнього середовища діяти скоординовано. Це дозволить інтегрувати українських операторів у європейські ланцюги постачання та забезпечити належний рівень якості, безпеки й прозорості обігу біотехнологічних товарів.

Висновки з проведеного дослідження. Проведене дослідження показало, що цифровізація логістики біотехнологічної продукції є ключовою умовою забезпечення її якості, безпеки та конкурентоспроможності на міжнародному ринку. У світовій практиці впровадження технологій IoT, RFID та blockchain довело свою ефективність у створенні прозорих і контрольованих ланцюгів постачання, особливо для продукції, чутливої до умов транспортування.

Порівняльний аналіз міжнародних документів – *EU GDP (2013/C 343/01)*, *WHO TRS 1025*, звітів *CEFIC* та *Onix* – засвідчив, що вектор розвитку логістики біопрепаратів спрямований на

повну цифрову простежуваність і інтеграцію даних у єдині інформаційні системи. Для України це визначає орієнтири нормативної гармонізації та технологічної модернізації.

Результати SWOT-аналізу свідчать, що національна система фармацевтичної логістики має вагомий потенціал розвитку завдяки наявності кваліфікованих кадрів, сертифікованих хабів і досвіду впровадження елементів автоматизації. Водночас залишаються бар'єри – фрагментарність цифрових рішень, висока собівартість технологій і дефіцит фахівців з цифрової аналітики.

Подальші кроки мають бути спрямовані на створення єдиного цифрового реєстру логістичних ланцюгів, розвиток освітніх програм і міжгалузевих кластерів smart logistics, а також запровадження пілотних блокчейн-проектів у сфері вакцин і біопрепаратів. Реалізація цих заходів дозволить інтегрувати українську фармацевтичну логістику в європейський цифровий простір, підвищити прозорість обігу продукції та зміцнити позиції України на міжнародному біотехнологічному ринку.

Список використаних джерел:

1. Європейська Комісія. *Guidelines of 5 November 2013 on Good Distribution Practice of medicinal products for human use (2013/C 343/01)*. Official Journal of the European Union, 2013. С. 1–14. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:C:2013:343:FULL>
2. Onix. *EU Digital Product Passport: A practical guide to deadlines and requirements*. 2025. URL: <https://onix.com/guides/eu-digital-product-passport>
3. Crooks, K., & Haddud, A. Using Radio Frequency Identification (RFID) technology in the pharmaceutical supply chain: The impact on competitive advantage. *Sustainability*, 2025. № 17 (4). DOI: <https://doi.org/10.3390/su17041378>
4. Ferdousmou, J., Prabha, M., Farouk, M. O., Samiun, M., Sozib, H. M., & Zaman, A. M. IoT-enabled RFID in supply chain management: A comprehensive survey and future directions. *Journal of Computer and Communications*, 2024. № 12 (11), P. 207–223. DOI: <https://doi.org/10.4236/jcc.2024.1211015>
5. Yadav, A. K., Shweta, & Kumar, D. Blockchain technology adoption barriers in vaccine supply chain: An integrated approach using BWM and Fuzzy-TOPSIS. *International Journal of Production Economics*, 2023. № 255. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108716>
6. Лісна, А. Г., Посилкіна, О. В., Літвінова, О. В., & Братішко, Ю. С. Дослідження сучасних трендів розвитку цифрової логістики у фармацевтичній галузі. *Соціальна фармація в охороні здоров'я*, 2022. № 8 (1), С. 34–50. DOI: <https://doi.org/10.24959/sphhcj.22.244>
7. Matskul, V., Shulika, V., Doroshenko, A., & Khomiak, A. Stable development of the Ukrainian cold logistics market. *E3S Web of Conferences*, 2021. № 280. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128001039>
8. World Health Organization (WHO). *Technical report series No. 1025 – 54th report of the WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations*. 2020. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240001824>
9. European Chemical Industry Council (CEFIC). *Transport & logistics – Guidance & management frameworks*. Brussels: CEFIC. 2024. URL: <https://cefic.org/guidance-and-management-frameworks/transport-and-logistics>
10. Arterium Corporation. *Success story: Arterium – SMART business*. Smart-IT. 2022. URL: <https://www.smart-it.com/customers/stories/success-story-arterium>
11. DigitalState UA. *How the Digital Register of Medicinal Products is transforming Ukraine's healthcare system?* 2025. URL: <https://digitalstate.gov.ua/news/govtech/iak-tsyfrovyi-reyestr-likarskykh-zasobiv-zminiuye-systemu-okhorony-zdorovia-ukrayiny>

References:

1. Yevropeys'ka Komisiya. (2013). Guidelines of 5 November 2013 on Good Distribution Practice of medicinal products for human use (2013/C 343/01). Official Journal of the European Union, pp. 1–14. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:C:2013:343:FULL>
2. Onix. (2025). *EU Digital Product Passport: A practical guide to deadlines and requirements*. Available at: <https://onix.com/guides/eu-digital-product-passport>

3. Crooks, K., & Haddud, A. (2025). Using Radio Frequency Identification (RFID) technology in the pharmaceutical supply chain: The impact on competitive advantage. *Sustainability*, 17 (4). DOI: <https://doi.org/10.3390/su17041378>
4. Ferdousmou, J., Prabha, M., Farouk, M. O., Samiun, M., Sozib, H. M., & Zaman, A. M. (2024). IoT-enabled RFID in supply chain management: A comprehensive survey and future directions. *Journal of Computer and Communications*, 12 (11), 207–223. DOI: <https://doi.org/10.4236/jcc.2024.1211015>
5. Yadav, A. K., Shweta, & Kumar, D. (2023). Blockchain technology adoption barriers in vaccine supply chain: An integrated approach using BWM and Fuzzy-TOPSIS. *International Journal of Production Economics*, 255. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108716>
6. Lisna, A. H., Posylkina, O. V., Litvinova, O. V., & Bratishko, YU. S. (2022). Doslidzhennya suchasnykh trendiv rozvytku tsyfrovoyi lohistyky u farmatsevtichnyi haluzi. [Research on modern trends in the development of digital logistics in the pharmaceutical industry]. *Sotsial'na farmatsiya v okhoroni zdorov'ya*, 8 (1), 34–50. DOI: <https://doi.org/10.24959/sphhcj.22.244>
7. Matskul, V., Shulika, V., Doroshenko, A., & Khomiak, A. (2021). Stable development of the Ukrainian cold logistics market. *E3S Web of Conferences*, 280. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128001039>
8. World Health Organization (WHO). (2020). *Technical report series No. 1025 – 54th report of the WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations*. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240001824>
9. European Chemical Industry Council (CEFIC). (2024). *Transport & logistics – Guidance & management frameworks*. Brussels: CEFIC. Available at: <https://cefic.org/guidance-and-management-frameworks/transport-and-logistics>
10. Arterium Corporation. (2022). *Success story: Arterium – SMART business*. Smart-IT. Available at: <https://www.smart-it.com/customers/stories/success-story-arterium>
11. DigitalState UA. (2025). *How the Digital Register of Medicinal Products is transforming Ukraine's healthcare system?* Available at: <https://digitalstate.gov.ua/news/govtech/iak-tyfrovyy-reyestr-likarskykh-zasobiv-zminiuye-systemu-okhorony-zdorovia-ukrayiny>

E-mail: ihor.franiv@lute.lviv.ua

Стаття надійшла: 08.10.2025

Стаття прийнята: 10.11.2025

Стаття опублікована: 28.11.2025