

УДК 006.83:004.9:658.562

*І. В. Шурдук,**к. т. н., головний судовий експерт відділу товарознавчих та гемологічних досліджень, Полтавський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5287-1241>**В. Б. Васюта,**к. т. н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва та маркетингу, Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7469-3968>**О. А. Івасенко,**к. е. н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва та маркетингу, Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9536-3677>**О. В. Григор'єва,**к. е. н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва та маркетингу, Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7524-7161>*

DOI: 10.32702/2306-6814.2026.8.354

ЕКСПЕРТИЗА ЯКОСТІ І СЕРТИФІКАЦІЯ У ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ: ЦИФРОВІ ПАСПОРТИ ТОВАРІВ, ПРОСТЕЖУВАНІСТЬ ТА АНАЛІТИКА ВІДПОВІДНОСТІ

I. Shurduk,

PhD in Technical Sciences, Chief Forensic Expert of the Commodity and Gemological Research Department, Poltava Scientific Research Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

V. Vasiuta,

PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, Entrepreneurship and Marketing, National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

O. Ivasenko,

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, Entrepreneurship and Marketing, National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

O. Hryhorieva,

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, Entrepreneurship and Marketing, National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

QUALITY EXPERTISE AND CERTIFICATION IN THE DIGITAL ENVIRONMENT: DIGITAL PRODUCT PASSPORTS, TRACEABILITY AND COMPLIANCE ANALYTICS

У статті досліджено трансформацію систем експертизи якості й сертифікації під впливом цифровізації ланцюгів постачання, регуляторних змін у ЄС та зростання вимог до прозорості товарної інформації. Уточнено зміст цифрового паспорта товару як інтегрованого набору даних про походження, склад, відповідність, ремонтпридатність, рух товару та інші характеристики, доступ до яких забезпечується через унікальний ідентифікатор і цифровий носій даних. На основі аналізу сучасних наукових праць, норм ЄС, стандартів GS1 та українських публікацій систематизовано регуляторні, технологічні й організаційні передумови впровадження цифрової експертизи якості. Запропоновано поетапну модель її запровадження на торговельних підприємствах, що поєднує цифрову ідентифікацію продукції, збір первинних даних, формування електронного дос'є товару, аналітику відповідності, кіберзахист і підготовку доказової бази для аудиту. Доведено, що практична цінність цифрових паспортів полягає не лише у виконанні регу-

ляторних вимог, а й у зниженні трансакційних витрат, прискоренні перевірок, посиленні довіри споживачів і розширенні експортних можливостей підприємств. Обґрунтовано, що для України пріоритетними є гармонізація із правом ЄС, стандартизація форматів даних, розвиток міжсистемної сумісності та підвищення цифрової зрілості бізнесу.

The article examines the transformation of quality expertise and certification systems under the influence of supply chain digitalization, new European regulatory requirements and the growing demand for transparent product information. The study clarifies the essence of a digital product passport as an integrated dataset on origin, composition, conformity, repairability, movement and other product characteristics that becomes accessible through a unique identifier and a machine-readable data carrier. Based on the analysis of recent academic publications, EU legal acts, GS1 standards and Ukrainian scholarly contributions, the paper systematizes the regulatory, technological and organizational prerequisites for the implementation of digital quality expertise.

The paper argues that digital certification should not be reduced to the simple replacement of paper certificates with electronic copies. Its real effect appears when product identification, traceability data, laboratory results, supplier documents, logistics events and compliance records are integrated into a single digital evidence environment. In such an environment, expertise shifts from ex post verification of fragmented documents to continuous risk-based monitoring supported by data analytics. This makes it possible to identify incomplete or outdated certificates, detect inconsistencies between batches and declarations, strengthen recall procedures and provide consumers, auditors and market surveillance bodies with more reliable product information.

A phased implementation model for trade enterprises is proposed. It includes the standardization of identifiers, the deployment of traceability infrastructure, the creation of an electronic product dossier, the introduction of compliance analytics and alert mechanisms, and the development of cybersecurity controls and internal governance rules. The study demonstrates that the practical value of digital product passports lies not only in regulatory compliance, but also in lower transaction costs, faster audits, improved trust, better supplier discipline and stronger export readiness. For Ukrainian enterprises, the key priorities are legal approximation to the EU acquis, interoperability of data formats, integration with international identification standards, and the development of organizational capabilities required for data-driven quality management. The article substantiates that the competitiveness of trade enterprises in the medium term will increasingly depend on their ability to transform quality expertise into a digitally verifiable, transparent and auditable process.

Ключові слова: цифровий паспорт товару; простежуваність; сертифікація; аналітика відповідності; GS1; цифрова трансформація; торговельне підприємство.

Key words: digital product passport; traceability; certification; compliance analytics; GS1; digital transformation; trade enterprise.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Цифровізація торгівлі, ускладнення глобальних ланцюгів постачання, посилення вимог до екологічної та соціальної відповідальності виробників, а також зростання ризиків фальсифікації продукції суттєво змінюють логіку забезпечення якості товарів. Паперові сертифікати, розрізнені реєстри та вибіркові перевірки дедалі гірше відповідають потребам ринку, де рішення про закупівлю, допуск товару до продажу, митне оформлення та аудит мають ухвалюватися швидко і на основі верифікованих даних. За цих умов експертиза якості переходить від локальної перевірки документів до управління цифровими доказами відповідності, які формуються протягом усього життєвого циклу товару. Особливої актуальності ця проблематика набуває для українських торговельних підприємств, які одночасно працюють у внутрішньому регуляторному полі та мають адаптуватися до нових правил ЄС щодо екодизайну, цифрових паспортів товарів, простежуваності та прозорості інформації про продукцію.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У сучасній літературі сформувався кілька взаємопов'язаних напрямів досліджень. По-перше, цифровий паспорт товару розглядається як інструмент циркулярної економіки, що дає змогу поєднати інформацію про продукт, його компоненти, ремонтпридатність, повторне використання та перероблення [1—4; 8—11]. По-друге, значна увага приділяється технологічним стандартам ідентифікації та обміну подієвими даними, без яких неможливо досягти міжсистемної сумісності між виробником, логістичним оператором, ритейлером, органом сертифікації та контролюючим органом [5—7]. По-третє, розвивається напрям аналітики відповідності, де акцент робиться на автоматизованій перевірці документів, статусів, строків дії сертифікатів, а також на використанні інструментів штучного інтелекту та машинного навчання для виявлення аномалій у постачанні та контролі якості [12—15]. Окрему групу становлять праці, присвячені ризикам цифрової простежуваності, насамперед кібербезпеці, цілісності даних і захисту комерційно чутливої інформації [13]. В українському науковому дискурсі досліджуються питання цифрової

трансформації управління підприємствами та концептуальні моделі державної цифрової простежуваності, однак переважно на загальнометодологічному рівні [16; 17].

Попри значний інтерес до цифрових паспортів товарів, недостатньо розкритими залишаються питання адаптації цієї концепції до практики торговельних підприємств України. Потребує уточнення місце цифрової експертизи якості в системі управління торговельним підприємством, взаємозв'язок між цифровим паспортом, системою простежуваності та аналітикою відповідності, а також послідовність дій, яка дає змогу перейти від фрагментарної цифровізації окремих документів до цілісної моделі цифрового підтвердження якості та відповідності.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є обґрунтування теоретичних і прикладних засад цифрової експертизи якості та сертифікації у сфері торгівлі на основі концепції цифрових паспортів товарів, простежуваності й аналітики відповідності. Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання: уточнити регуляторний і технологічний зміст цифрового паспорта товару; зіставити міжнародний та український підходи до цифрової сертифікації; розробити поетапну модель впровадження цифрової експертизи якості на торговельних підприємствах; систематизувати управлінські пріоритети, які забезпечують практичну результативність цифрової трансформації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У сучасному регуляторному середовищі цифровий паспорт товару слід розглядати не як універсальний електронний сертифікат, а як інфраструктурний механізм доступу до стандартизованого набору даних про продукцію. Нова європейська рамка екодизайну для сталих продуктів передбачає використання цифрового паспорта як інструменту доступу до інформації про характеристики, походження, склад, вміст небезпечних речовин, ремонтпридатність, утилізацію та інші параметри, але конкретні інформаційні вимоги встановлюються не одночасно для всіх товарів, а через подальші делеговані акти за групами продукції [1—3]. Такий підхід є принципово важливим для коректного наукового висновку: цифрові паспорти не можна трактувати як уже однаково обов'язкові для всіх секторів. Наприклад, у секторі батарей спеціальний режим запроваджує електронний battery passport для визначених категорій батарей з 18 лютого 2027 р. [4]. Водночас робочий план Єврокомісії на 2025—2030 рр. окреслює пріоритетні товарні групи, для яких цифрові вимоги розвиватимуться насамперед, що створює для бізнесу часовий горизонт підготовки [3].

Звідси випливає перший методологічний висновок: цифровий паспорт є не самодостатньою формою документа, а вузлом інтеграції даних. Його ефективність визначається не лише змістом нормативної вимоги, а й якістю цифрової ідентифікації, архітектурою обміну даними та довірою до джерел первинної інформації. Для цього використовуються міжнародні стандарти GS1, які забезпечують уніфіковані ідентифікатори товарів, еко-

номічних операторів і локацій, веб-орієнтований синтаксис GS1 Digital Link для доступу до інформації через QR-коди та моделі подієвого обміну даними EPCIS/CBV [5—7]. Якщо підприємство лише додає QR-код без зміни внутрішньої логіки управління даними, воно отримує візуальну цифровізацію без реальної простежуваності. Натомість повноцінна цифрова експертиза виникає тоді, коли код є точкою входу до електронного дос'є товару, яке містить технічні специфікації, сертифікати, протоколи випробувань, дані про партію, логістичні події, зміни власника, рекламації та результати повторної перевірки.

Наукові публікації останніх років підтверджують, що цифрові паспорти здатні виконувати не лише інформаційну, а й управлінську функцію. Вони підтримують циркулярність, післяпродажний сервіс, повторне використання компонентів, контроль походження та комунікацію зі споживачем [8—11]. Для торговельного підприємства це означає перехід від суто документарного контролю "на вході" до безперервного управління достовірністю товарних даних. Особливо важливо, що практична цінність цифрового паспорта зростає у поєднанні з аналітикою відповідності. Йдеться про автоматизовані правила перевірки, які в режимі, близькому до реального часу, оцінюють повноту пакета документів, актуальність сертифікатів, узгодженість маркування і декларацій, наявність ризиків для окремих партій, а також можливі відхилення у поведінці постачальників [12; 14; 15].

Для торговельних підприємств цифрова експертиза якості може бути представлена як послідовність із п'яти взаємопов'язаних блоків. Перший блок — цифрова ідентифікація товару і партії. На цьому етапі формується унікальний зв'язок між фізичним товаром, партією, постачальником та електронним записом у внутрішній системі. Другий блок — агрегування первинних даних. Сюди входять документи постачальника, дані лабораторних випробувань, відомості про походження, сертифікати, декларації, логістичні події, результати вхідного контролю. Третій блок — формування електронного дос'є або цифрового паспорта товару, що має стандартизовану структуру і допускає як внутрішнє, так і зовнішнє використання. Четвертий блок — аналітика відповідності, де застосовуються правила, контрольні сценарії та алгоритми виявлення аномалій. П'ятий блок — аудиторська й комунікаційна функція, коли система формує доказову базу для перевірки органами нагляду, контрагентами та споживачами. Саме така послідовність дає підстави стверджувати, що цифрова експертиза є ширшим поняттям, ніж електронний сертифікат: вона охоплює всю логіку роботи з доказами якості та відповідності.

У практичному вимірі для України принципове значення має порівняння міжнародної та національної моделей цифрової сертифікації. Міжнародний підхід, насамперед у ЄС, орієнтується на регуляторне закріплення набору цифрових атрибутів, інтероперабельність форматів даних і зв'язок між цифровим паспортом, системами ринкового нагляду та вимогами циркулярної економіки. Український підхід поки що характеризується фрагментарною цифровізацією: електронні документи застосовуються ширше, ніж раніше, однак механізмів цілісного цифрового супроводу товару, єдиних моделей міжсистемного обміну та обов'язкових паспортів товарів ще не сформовано. Це зумовлює різницю в якості доказової бази та витратах на перевірку.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика міжнародного та українського підходів до цифрової сертифікації і простежуваності

Критерій	Міжнародна практика	Ситуація в Україні та пріоритет для бізнесу
Регуляторна модель	Цифровий паспорт розвивається як елемент продуктового регулювання: рамкові вимоги задає ESPR, а конкретні атрибути та строки деталізуються делегованими актами і секторальними нормами.	Єдиного режиму цифрового паспорта товару поки немає. Для бізнесу пріоритетом є підготовка до вимог ЄС за товарними групами та узгодження внутрішніх процедур із майбутніми правилами.
Стандарти даних та ідентифікації	Широко використовуються уніфіковані ідентифікатори, машиночитані носії даних, GS1 Digital Link, EPCIS/CBV та інші інструменти міжсистемного обміну.	Використання штрих-кодів і QR-кодів є нерівномірним, а структурований обмін подієвими даними майже не стандартизований. Пріоритетом є уніфікація кодів товару, партії, локації та постачальника.
Архітектура доказів відповідності	Документи, події простежуваності, дані про склад і відповідність дедалі частіше інтегруються в електронне досьє товару, доступне для аудиту й ринкового нагляду.	Документи часто зберігаються у вигляді окремих PDF, сканів і листування. Пріоритетом є формування єдиного електронного досьє товару або партії.
Аналітика відповідності	Поширюються автоматизовані правила перевірки, ризик-орієнтовані сценарії контролю, дашборди та системи попередження про невідповідність.	Контроль переважно здійснюється вручну і вибірково. Доцільно впроваджувати автоматичні сигнали про відсутні документи, завершення строку дії сертифікатів та розбіжності між партією і декларацією.
Кібербезпека і управління даними	Забезпечуються контроль доступу, аудит змін, цілісність записів, резервування та вимоги до автентичності джерел даних.	Питання безпеки і відповідальності за якість даних часто залишаються вторинними. Пріоритетом є розмежування ролей, журналювання змін і перевірка надійності інтеграцій з контрагентами.

Джерело: систематизовано авторами на основі [1—7; 16; 17].

Дані табл. 1 свідчать, що ключова відмінність полягає не лише в темпах цифровізації, а у самій управлінській логіці. У міжнародній практиці цифрові вимоги дедалі частіше вбудовуються у регулювання продукту як такого, тоді як в Україні цифрові інструменти поки що здебільшого залишаються допоміжними сервісами. Це означає, що українським підприємствам не варто чекати повного нормативного завершення реформи, а доцільно формувати цифрову готовність наперед: упорядковувати довідники, стандартизувати реквізити документів, запроваджувати уніфіковані коди, інтегрувати модулі простежуваності з обліковими системами, розподіляти відповідальність за якість даних між закупівлею, складом, відділом якості та ІТ-підрозділом.

Окремої уваги потребує аналітика відповідності. Її доцільно визначати як сукупність правил, індикаторів і аналітичних моделей, що забезпечують автоматизоване виявлення ризиків невідповідності на основі потоків даних про товар. У найпростішому варіанті така аналітика включає контроль обов'язкових полів, строків дії документів, відповідності між кодом товару, партією та сертифікатом, а також сигналізацію про відсутність підтверджувальних документів до моменту приймання товару. У розвинутішому варіанті аналітика доповнюється алгоритмами машинного навчання для виявлення нетипових сценаріїв: різких змін постачальницької поведінки, аномалій у рекламаціях, невідповідностей між лабораторними результатами та фактичними параметрами поставок, ризикових маршрутів чи підозрілих прогалів у цифровому сліді [12; 14; 15]. Проте важливо підкреслити, що аналітика не скасовує ролі експерта. Вона підвищує адресність перевірки, але остаточний висновок про якість і відповідність залишається за фахівцем, який оцінює контекст, джерело даних і ступінь ризику.

Разом з тим цифрова простежуваність несе нові ризики. Чим більше учасників, інтерфейсів і джерел даних об'єднано в одну систему, тим вищими стають вимоги до кібербезпеки, автентичності записів, прав доступу та журналювання змін. Дослідження з кібербезпе-

ки систем простежуваності переконливо демонструють, що найуразливішими є шари збору даних, інтеграційні інтерфейси та користувацькі застосунки, через які інформація потрапляє до системи або витягується з неї [13]. Для торговельного підприємства це означає потребу в багаторівневому захисті: електронному підписі або контрольних механізмах автентичності документів, розмежуванні доступу, аудиті змін, резервуванні даних, перевірці надійності контрагентських інтеграцій, а також у формуванні політик поведінки з комерційно чутливою інформацією.

З урахуванням вищезазначеного цифрова експертиза якості має впроваджуватися поетапно. Передчасна спроба створити "великий" цифровий паспорт без очищення довідників, без відповідальних за дані та без мінімальної інтеграції з логістикою та закупівлями призводить до накопичення формально повних, але фактично недостовірних записів. Тому доцільно використовувати поетапну модель, орієнтовану на нарощування зрілості системи.

Запропонована модель має дві принципові переваги. По-перше, вона знижує інвестиційний ризик, оскільки підприємство не розгортає складну інфраструктуру одночасно, а переходить від базової цифрової дисципліни до зрілої аналітичної моделі. По-друге, така послідовність сприяє управлінню змінами: персонал спочатку звикає до нових вимог щодо даних, а вже потім переходить до роботи з автоматичними правилами, дашбордами і сценаріями ризик-менеджменту. Для українських підприємств саме цей підхід видається найбільш реалістичним, оскільки він враховує обмеженість ресурсів, нерівномірний рівень цифрової зрілості та потребу в поступовій гармонізації з європейськими практиками.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що цифровий паспорт товару для торговельного підприємства виконує щонайменше чотири функції: доказову, операційну, комунікаційну та стратегічну. Доказова функція полягає у формуванні структурованої бази підтверджень відповідності. Операційна — у прискоренні приймання, відбо-

Таблиця 2. Поетапна модель упровадження цифрової експертизи якості на торговельному підприємстві

Етап	Ключові дії	Очікуваний результат
1. Дані та ідентифікація	Очищення номенклатурних довідників; уніфікація кодів товару, партії, постачальника і локації; переведення сертифікатів та протоколів у керований електронний архів; визначення відповідальних за якість даних.	Підприємство отримує базову цифрову дисципліну, скорочує втрати часу на пошук документів і створює основу для простежуваності.
2. Інтегрована простежуваність	Інтеграція закупівель, складу, логістики та відділу якості; використання QR-кодів або інших 2D-носіїв; формування електронного дос'є товару чи партії; фіксація ключових логістичних та контрольних подій.	Забезпечується наскрізний цифровий слід товару і можливість швидко сформувати пакет доказів для аудиту або реклаमाції.
3. Аналітика відповідності	Запровадження правил перевірки повноти даних, строків дії сертифікатів, відповідності маркування, а також системи сповіщень і КРІ для ризиків якості; застосування інструментів ML для виявлення аномалій.	Контроль переходить від реактивного до превентивного; підприємство швидше виявляє ризикові партії та проблемних постачальників.
4. Зовнішня сумісність і довіра	Налагодження обміну даними з контрагентами і лабораторіями за стандартизованими форматами; підготовка до вимог зовнішніх ринків; впровадження політик кібербезпеки, журналів змін і механізмів підтвердження автентичності.	Зростає експортна готовність, довіра контрагентів і споживачів, а цифровий паспорт стає частиною конкурентної переваги підприємства.

Джерело: розроблено авторами на основі [5—7; 12—17].

ру, вилучення та повернення товарів. Комунікаційна — у підвищенні прозорості для споживача, контрагента та контролюючого органу. Стратегічна — у зміцненні конкурентоспроможності підприємства на ринках, де прозорість даних і доведена відповідність стають частиною ділової репутації. Саме тому цифрову експертизу якості доцільно включати не лише до ІТ-порядку денного підприємства, а й до його стратегії управління ризиками, постачанням та експортною готовністю.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У результаті дослідження встановлено, що цифровізація експертизи якості й сертифікації означає перехід від перевірки розрізнених документів до управління цифровими доказами відповідності на всіх етапах руху товару. Цифровий паспорт товару доцільно трактувати як інструмент доступу до стандартизованого електронного дос'є продукції, а його практична ефективність залежить від якості ідентифікації, повноти первинних даних, міжсистемної сумісності та наявності аналітики відповідності. З'ясовано, що міжнародна практика формує системний підхід до цифрової сертифікації через поєднання регуляторних норм, стандартів GS1 та цифрових інструментів контролю, тоді як в Україні переважає фрагментарна цифровізація без єдиного механізму цифрового супроводу товару.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в уточненні змісту цифрової експертизи якості як інтегрованої моделі, що об'єднує цифрову ідентифікацію, простежуваність, електронне дос'є товару, аналітику відповідності та кіберзахист. Практичне значення має запропонована поетапна модель упровадження цифрової експертизи на торговельному підприємстві, яка дає змогу підвищити прозорість операцій, скоротити тривалість перевірок, знизити ризики допуску невідповідної продукції та посилити готовність до вимог зовнішніх ринків. Перспективами подальших досліджень є розроблення галузевих профілів цифрових паспортів для окремих товарних груп, формалізація показників економічної ефективності цифрової експертизи, а також створення методик оцінювання зрілості підприємств щодо впровадження цифрової простежуваності й аналітики відповідності.

Література:

1. Regulation (EU) 2024/1781 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for sustainable products, EUR-Lex, URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj/eng>.
2. Commission launches consultation on the Digital Product Passport. European Commission. 9 April 2025. URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/commission-launches-consultation-digital-product-passport-2025-04-09_en.
3. Plan to boost circular and efficient products on the European market. European Commission. 11 July 2025. URL: https://green-forum.ec.europa.eu/news/2025-2030-working-plan-2025-07-11_en.
4. Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries. EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj/eng>.
5. GS1. Provisional GSCN 23-103 Digital Product Passport (DPP). 09 Apr 2025. URL: <https://ref.gs1.org/standards/genspecs/gscn/2023/Provisional-GSCN-23-103-DP.pdf>.
6. GS1. GS1 Digital Link Standard: URI Syntax. Release 1.6.0. Mar 2025. URL: <https://ref.gs1.org/standards/digital-link/uri-syntax/>.
7. GS1. EPCIS and CBV Implementation Guideline. Release 2.0. Mar 2023. URL: <https://ref.gs1.org/guidelines/epcis-cbv/>.
8. Langley D.J., Rosca E., Angelopoulos M., Kamminga O., Hooijer C. Orchestrating a smart circular economy: Guiding principles for digital product passports. Journal of Business Research. 2023. Vol. 169. Article 114259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114259>.
9. Psarommatis F., May G. Digital Product Passport: A Pathway to Circularity and Sustainability in Modern Manufacturing. Sustainability. 2024. Vol. 16(1). Article 396. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16010396>.
10. Voulgaridis K., Lagkas T., Angelopoulos C.M., Boulogeorgos A.-A.A., Argyriou V., Sarigiannidis P. Digital product passports as enablers of digital circular economy: a framework based on technological perspective. Telecommunication Systems. 2024. Vol. 85. p. 699-715. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11235-024-01104-x>.

11. Lopes C., Barata J. Digital Product Passport: A Review and Research Agenda. *Procedia Computer Science*. 2024. Vol. 246. p. 981—990. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.517>.

12. Chaudhuri A., Wahrens B.V., Treiblmaier H., Jensen S.F. Impact pathways: digital product passport for embedding circularity in electronics supply chains. *International Journal of Operations & Production Management*. 2025. Vol. 45 (6). p. 1213—1226. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2024-0012>.

13. Syed N.F., Shah S.W., Trujillo-Rasua R., Doss R. Traceability in supply chains: A Cyber security analysis. *Computers & Security*. 2022. Vol. 112. Article 102536. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102536>.

14. Khedr A.M., Sheeja S. Enhancing supply chain management with deep learning and machine learning techniques: A review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2024. Vol. 10 (4). Article 100379. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100379>.

15. Liakos K.G., Athanasiadis V., Bozinou E., Lalas S.I. Machine Learning for Quality Control in the Food Industry: A Review. *Foods*. 2025. Vol. 14 (19). Article 3424. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14193424>.

16. Олійник О.М. Концептуальна модель державної цифрової простежуваності у харчовій промисловості в контексті розвитку електронної та швидкої комерції України. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2025. № 4 (95). Т. 2. С. 255—264. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.4.2.33>.

17. Цюпак В., Боднар А., Романюк А. Впровадження цифрових технологій у управління підприємствами: можливості та виклики. *Економічний аналіз*. 2024. Т. 34. № 2. С. 465—479. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.02.465>.

References:

1. European Parliament and the Council of the European Union (2024), "Regulation (EU) 2024/1781 of 13 June 2024 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for sustainable products", *EUR-Lex*, available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj/eng> (Accessed 6 Apr 2026).

2. European Commission (2025), "Commission launches consultation on the Digital Product Passport", available at: https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/commission-launches-consultation-digital-product-passport-2025-04-09_en (Accessed 6 Apr 2026).

3. European Commission (2025), "Plan to boost circular and efficient products on the European market", available at: https://green-forum.ec.europa.eu/news/2025-2030-working-plan-2025-07-11_en (Accessed 6 Apr 2026).

4. European Parliament and the Council of the European Union (2023), Regulation (EU) 2023/1542 of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, *EUR-Lex*, available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj/eng> (Accessed 6 Apr 2026).

5. GS1 (2025), "Provisional GSCN 23-103 Digital Product Passport (DPP)", available at: <https://ref.gs1.org/standards/genspecs/gscn/2023/Provisional-GSCN-23-103-DP.pdf> (Accessed 6 Apr 2026).

6. GS1 (2025), "GS1 Digital Link Standard: URI Syntax. Release 1.6.0", available at: <https://ref.gs1.org/standards/digital-link/uri-syntax/> (Accessed 6 Apr 2026).

7. GS1 (2023), "EPCIS and CBV Implementation Guideline. Release 2.0", available at: <https://ref.gs1.org/guidelines/epcis-cbv/> (Accessed 6 Apr 2026).

8. Langley, D.J., Rosca, E., Angelopoulos, M., Kamminga, O. and Hooijer, C. (2023), "Orchestrating a smart circular economy: Guiding principles for digital product passports", *Journal of Business Research*, vol. 169, article 114259, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114259>.

9. Psarommatas, F. and May, G. (2024), "Digital Product Passport: A Pathway to Circularity and Sustainability in Modern Manufacturing", *Sustainability*, vol. 16 (1), article 396, DOI: <https://doi.org/10.3390/su16010396>.

10. Voulgaridis, K., Lagkas, T., Angelopoulos, C.M., Boulogeorgos, A.-A.A., Argyriou, V. and Sarigiannidis, P. (2024), "Digital product passports as enablers of digital circular economy: a framework based on technological perspective", *Telecommunication Systems*, vol. 85, pp. 699—715, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11235-024-01104-x>.

11. Lopes, C. and Barata, J. (2024), "Digital Product Passport: A Review and Research Agenda", *Procedia Computer Science*, vol. 246, pp. 981—990, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.517>.

12. Chaudhuri, A., Wahrens, B.V., Treiblmaier, H. and Jensen, S.F. (2025), "Impact pathways: digital product passport for embedding circularity in electronics supply chains", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 45 (6), pp. 1213—1226, DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2024-0012>.

13. Syed, N.F., Shah, S.W., Trujillo-Rasua, R. and Doss, R. (2022), "Traceability in supply chains: A Cyber security analysis", *Computers & Security*, vol. 112, article 102536, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102536>.

14. Khedr, A.M. and Sheeja, S. (2024), "Enhancing supply chain management with deep learning and machine learning techniques: A review", *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 10 (4), article 100379, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100379>.

15. Liakos, K.G., Athanasiadis, V., Bozinou, E. and Lalas, S.I. (2025), "Machine Learning for Quality Control in the Food Industry: A Review", *Foods*, vol. 14 (19), article 3424, DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14193424>.

16. Oliynyk, O.M. (2025), "Conceptual model of state digital traceability in the food industry in the context of the development of electronic and quick commerce in Ukraine", *Visnyk Kherson's'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu*, vol. 2, no. 4 (95), pp. 255—264, doi: [10.35546/kntu2078-4481.2025.4.2.33](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.4.2.33).

17. Tsyupak, V., Bodnar, A. and Romaniuk, A. (2024), "Implementation of digital technologies in enterprise management: opportunities and challenges", *Ekonomichnyi analiz*, vol. 34, No. 2, pp. 465—479, DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.02.465>.

Отримано редакцією журналу / Received: 09.04.26

Процеженовано / Revised: 17.04.26

Схвалено до друку / Accepted: 21.04.26