

5. Dale, S. B., & Krueger, A. B. (2002). Estimating the payoff to attending a more selective college: An application of selection on observables and unobservables. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(4), 1491–1527. <https://doi.org/10.1162/003355302320935089>
6. Sanchez, E. I. (2024). Predicting academic success in college: The comparative strength of high school GPA, ACT score, and demographic factor (p. 31). ACT Education Corp. <https://www.act.org/content/dam/act/unsecured/documents/R2421-Predicting-Academic-Success-in-College-2024-12.pdf>
7. Ge, S., Isaac, E., & Miller, A. (2018). Elite schools and opting in: Effects of college selectivity on career and family outcomes (NBER Working Paper No. w25315). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w25315>
8. Vettoreto, E., & Triventi, M. (2025, 20 серпня). Academic selectivity and student progression: Do restricted-access degree programs lead to better outcomes? *Higher Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10734-025-01524-x>
9. DP «Infosurs». (2025). Yedyna derzhavna elektronna baza z pytan osvity. YeDEBO. <https://edbo.gov.ua>
10. Zhuk, Yu., & Naumenko, S. (2024). Osvitni reformy u dzerkali zovnishnoho nezalezhnogo otsiniuvannia. *Ukrainian Educational Journal*(2), 104–117. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-2-104-117>
11. Shatalovych, I. V., & Shatalovych, O. M. (2025). Natsionalnyi multipredmetnyi test yak psykholohichniy faktor akademichnoi uspishnosti. *Slobozhanskyi naukovyi visnyk. Seriia: Psykholohiia*(1), 144–148. <https://doi.org/10.32782/psyspu/2025.1.27>
12. Spence, M. (1978). Job market signaling. In *Uncertainty in economics* (pp. 281–306). Elsevier.
13. Xu, Y., & Cheng, B. (2015). University selectivity and student retention: Evidence from the IPEDS data. *Asia Pacific Higher Education Research Journal*, 2(2). <https://doi.org/10.56278/apherj.v2i2.120>

Стаття надійшла 01.12.2025; прийнята до друку 17.03.2026 року

DOI 10.33111/vz_kneu.42.26.01.17.117.123
ISSN printed: 2415-850X; online: 2415-8518.

УДК 339.172:004:658.14

Лавренко Валентина Віталіївна
кандидат економічних наук, професор
професор кафедри бізнес-економіки та підприємництва
КНЕУ імені Вадима Гетьмана, Київ, Україна
e-mail: lavrenko.valentyna@kneu.edu.ua
ORCID: 0000-0003-1371-8452
+380672095567

Терещенко Юлія Олександрівна
доктор філософії з економіки
асистент кафедри бізнес-економіки та підприємництва
КНЕУ імені Вадима Гетьмана, Київ, Україна
e-mail: yuliia.tereshchenko@kneu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-7528-1834
+ 380508644053

ЦИФРОВІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ESG-КОМПЛАЄНСУ НА ОРГАНІЗОВАНИХ ТОВАРНИХ РИНКАХ

Lavrenenko Valentyna
Candidate of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of Business Economics and
Entrepreneurship, KNEU named after Vadym Hetman
Kyiv, Ukraine
e-mail: lavrenenko.valentyna@kneu.edu.ua
ORCID: 0000-0003-1371-8452
+380672095567

Tereshchenko Yuliia
PhD in Economics,
Assistant of the Department of Business Economics and
Entrepreneurship, KNEU named after Vadym Hetman
Kyiv, Ukraine
e-mail: yuliia.tereshchenko@kneu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-7528-1834
+ 380508644053

DIGITAL MECHANISMS FOR ENSURING ESG COMPLIANCE IN ORGANIZED COMMODITY MARKETS

Анотація. Посилення регуляторних вимог у сфері сталого розвитку, зокрема впровадження стандартів нефінансової звітності та механізмів «зеленого» фінансування в Європейському Союзі, актуалізує потребу в інституційно та технологічно обґрунтованих механізмах забезпечення ESG-комплаєнсу. Організовані товарні ринки, які виконують функції координації глобальних ланцюгів постачання, стають ключовими вузлами інтеграції екологічних та соціальних стандартів у торговельну інфраструктуру.

Традиційні механізми контролю не забезпечують необхідної оперативності, масштабованості та достовірності даних у складних багаторівневих ланцюгах створення вартості. Це зумовлює потребу в цифрових інструментах, здатних інтегрувати ESG-критерії безпосередньо в інфраструктуру біржових операцій. Попри значний масив досліджень, системна роль організованих товарних ринків як інфраструктурного ядра ESG-комплаєнсу залишається недостатньо розробленою. Обмежено представлено комплексні підходи, що поєднують класифікацію цифрових механізмів із аналізом їхнього впливу на ліквідність, ціноутворення та операційну стійкість ринків.

Метою статті є формування цілісної концепції цифрових механізмів забезпечення ESG-комплаєнсу в системі організованих товарних ринків шляхом систематизації інституційних передумов, класифікації технологічних інструментів та оцінки їхнього трансформаційного впливу. У статті обґрунтовано роль цифровізації як інфраструктурної основи ESG-комплаєнсу. Запропоновано авторську класифікацію цифрових механізмів: інформаційно-прозорісні, верифікаційно-аналітичні та транзакційно-контрольні. Проаналізовано вплив цифрових рішень на зниження інформаційної асиметрії, мінімізацію агентських витрат, формування цінних премій для «сталих» товарів і розвиток нових фінансових інструментів.

Цифрові механізми виступають критичним елементом сучасної ринкової інфраструктури, забезпечуючи інтеграцію ESG-критеріїв у біржові процеси. Їх комплексне впровадження сприяє підвищенню ліквідності, прозорості та інституційної стійкості організованих товарних ринків.

Ключові слова: ESG-комплаєнс; організовані товарні ринки; товарні біржі; цифровізація; ринкова інфраструктура; інституційна трансформація; інформаційна асиметрія; ризик-менеджмент; методи моніторингу; валідація ESG-даних; блокчейн; штучний інтелект; вуглецеві ринки; зелене фінансування.

Abstract. The tightening of sustainability-related regulatory requirements, particularly the implementation of non-financial reporting standards and green finance mechanisms within

the European Union, has intensified the need for institutionally and technologically grounded ESG compliance mechanisms. Organized commodity markets, which coordinate global supply chains, are becoming key nodes for integrating environmental and social standards into trading infrastructures.

Traditional compliance mechanisms fail to provide sufficient speed, scalability, and data reliability within complex multi-tier value chains. This creates a need for digital tools capable of embedding ESG criteria directly into the operational infrastructure of organized commodity markets. Despite a growing body of research, the systemic role of organized commodity markets as the infrastructural core of ESG compliance remains underexplored. Comprehensive approaches that combine the classification of digital mechanisms with the analysis of their impact on liquidity, pricing dynamics, and operational resilience are still limited.

The objective of the article is to develop an integrated conceptual framework of digital mechanisms for ESG compliance in organized commodity markets through the systematization of institutional preconditions, classification of technological tools, and assessment of their transformative impact on market infrastructure. The study substantiates digitalization as the infrastructural foundation of ESG compliance. An original classification of digital mechanisms is proposed, distinguishing information-transparency tools, verification-analytical instruments, and transaction-control mechanisms. The paper analyzes how digital solutions reduce information asymmetry, mitigate agency costs, enable ESG-based price differentiation, and stimulate the development of new sustainable financial instruments.

Digital mechanisms constitute a critical component of modern commodity market infrastructure, ensuring the integration of ESG criteria into trading processes. Their comprehensive implementation enhances liquidity, transparency, and institutional resilience of organized commodity markets, contributing to the broader transition toward sustainable economic systems.

Keywords: ESG compliance; organized commodity markets; commodity exchanges; digitalization; market infrastructure; institutional transformation; information asymmetry; risk management; monitoring methods; ESG data validation; blockchain; artificial intelligence; carbon markets; green finance.

JEL codes: G38, Q56, O33, D82

Постановка проблеми. Сучасна система глобальних економічних відносин трансформується у напрямі інтеграції критеріїв впливу бізнесу на довкілля, соціальну сферу та корпоративне управління (ESG — Environmental, Social, and Governance) у механізми оцінювання економічної діяльності. В умовах організованих товарних ринків, що забезпечують розподіл ресурсів і координацію глобальних ланцюгів доданої вартості, ESG-комплаєнс набуває інфраструктурного значення. Товарні біржі та клірингові установи функціонують одночасно як суб'єкти регулювання та як верифікатори ESG-характеристик активів, допущених до торгів.

Посилення регуляторних вимог, насамперед у Європейському Союзі, зокрема впровадження Директиви CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) та Регламенту SFDR (Sustainable Finance Disclosure Regulation), формує нові стандарти прозорості для учасників ринку. Для суб'єктів організованих товарних ринків виконання цих вимог передбачає впровадження цифрових технологій, оскільки традиційні методи контролю не забезпечують необхідної оперативності та достовірності даних у складних ланцюгах постачання [1].

Практичний вимір проблеми пов'язаний із формуванням технологічної інфраструктури для моніторингу походження товарів, розрахунку їхнього вуглецевого

сліду та мінімізації практик гринвошингу [2]. Наукове значення дослідження полягає у систематизації цифрових механізмів комплаєнсу та оцінюванні їхнього впливу на інституційну трансформацію товарних ринків, де цифровий двійник активу функціонує поряд із фізичним товаром. Це безпосередньо впливає на ліквідність, доступ до капіталу та адаптаційні можливості економічних систем у контексті «зеленого» переходу [3; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання взаємодії цифровізації та сталого розвитку активно досліджуються у сучасному науковому дискурсі, який спирається на низку фундаментальних теоретичних підходів. Інституційна теорія (П. ДіМаджіо, В. Пауелл) пояснює впровадження ESG-комплаєнсу як наслідок ізоморфного тиску, тоді як теорія агентських витрат (М. Дженсен, В. Меклінг) розглядає ESG-практики як механізм зниження конфліктів між принципалами й агентами. Цифровізація у цьому контексті пов'язується зі скороченням транзакційних та агентських витрат через автоматизацію моніторингу та підвищення якості розкриття інформації.

Теорія сигналів (М. Спенс) і концепція інформаційної асиметрії (Дж. Акерлоф) обґрунтовують роль цифрової звітності як інструменту формування достовірних ринкових сигналів і підвищення довіри між учасниками ринку. Концепція ринкової інфраструктури (Д. Маккензі, Ф. Муніеса, М. Каллон) дозволяє трактувати ESG як складову соціотехнічної системи, у межах якої дані та рейтинги формують інституційні умови функціонування «сталих» ринків.

Емпіричні дослідження, зокрема на основі даних китайських та американських компаній, засвідчують статистично значущий позитивний зв'язок між цифровою трансформацією (AI, Big Data, хмарні технології) та якістю нефінансової звітності й показниками соціальної відповідальності [5; 6].

Підвищення прозорості ESG-даних сприяє зниженню інформаційної асиметрії та зростанню ліквідності активів [4; 7], тоді як інтеграція цифрових і фізичних технологій пов'язується зі стимулюванням екологічних інновацій і підвищенням стійкості ланцюгів постачання. У сфері вуглецевих ринків блокчейн розглядається як інструмент запобігання подвійного обліку екологічних кредитів [6; 8]. Водночас більшість досліджень зосереджена на фінансовому секторі або окремих компаніях, тоді як системна роль організованих товарних ринків як інфраструктурного елементу ESG-комплаєнсу висвітлена обмежено. Дискусійними залишаються питання ефективності цифрових інструментів, ризиків «цифрового гринвошингу» та енергетичного парадоксу цифровізації, пов'язаного з вуглецевим слідом дата-центрів [6; 9].

Методика дослідження. Дослідження побудовано на комплексному теоретично-аналітичному підході, що передбачає систематичний огляд наукових джерел, нормативно-правових документів та практик впровадження цифрових механізмів ESG-комплаєнсу. Основними джерелами інформації стали рецензовані публікації в міжнародних академічних журналах, матеріали офіційних регуляторних документів Європейського Союзу (CSRD, SFDR, EUDR), а також відкриті дані провідних товарних бірж і цифрових платформ. Методологічно дослідження спирається на якісні методи аналізу: контент-аналіз міжнародних практик впровадження технічних рішень ESG-комплаєнсу, теоретичний аналіз існуючих концептуальних підходів та змістовна класифікація механізмів відповідно до їх функціональної ролі у супроводженні товарних операцій.

Систематизація цифрових інструментів здійснена на підставі критеріального відбору, що включав оцінку технологічної природи механізмів (інформаційно-прозорісні, верифікаційно-аналітичні, транзакційно-контрольні), їх застосовності у різних сегментах товарних ринків та рівня інтеграції у процеси верифікації. Аналіз впливу цифровізації на функціонування організованих товарних ринків проведено шляхом узагальнення результатів емпіричних досліджень та аналітичних звітів, що дозволило виділити тенденції щодо ліквідності, ціноутворення, управління ESG-ризиками та поведінкових реакцій ринкових учасників.

Формулювання цілей статті. Метою статті є теоретичне узагальнення та систематизація цифрових механізмів забезпечення ESG-комплаєнсу в системі організованих товарних ринків шляхом аналізу їхніх інституційних передумов, класифікації технологічних інструментів та оцінювання їхнього впливу на функціонування ринкової інфраструктури. Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких завдань: розкрити інституційні передумови, що зумовлюють необхідність ESG-комплаєнсу на товарних ринках; обґрунтувати роль цифровізації як інфраструктурної основи реалізації принципів сталого розвитку; запропонувати класифікацію цифрових механізмів ESG-комплаєнсу з виокремленням інформаційно-прозорісних, верифікаційно-аналітичних і транзакційно-контрольних інструментів; проаналізувати вплив цифрових рішень на ліквідність, ціноутворення та операційну стійкість організованих товарних ринків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування системи ESG-комплаєнсу на організованих товарних ринках є результатом інституційної еволюції. Ключовою передумовою виступає глобальний курс на кліматичну нейтральність, що зумовлює підвищення вимог до прозорості щодо походження сировини та енергії. У цьому контексті товарні ринки поступово розширюють свої функції від забезпечення ціноутворення до виконання регуляторно-координаційної ролі у сфері екологічної політики.

Важливим інституційним чинником виступає регуляторна активність Європейської Комісії, яка в межах пакета сталого фінансування формує правові засади для функціонування бізнесу. Директива про корпоративну звітність щодо сталого розвитку CSRD, що застосовується до перших груп компаній з 2024 фінансового року (зі звітністю у 2025 р.), передбачає розкриття інформації відповідно до стандартів ESRS (European Sustainability Reporting Standards), які охоплюють як власну діяльність компанії, так і весь ланцюг постачання, включаючи викиди категорії Scope 3. Унаслідок цього посилюється взаємозв'язок між допуском товару до організованого ринку та наявністю верифікованих цифрових даних щодо його ESG-відповідності [1; 10].

Поряд із загальним законодавством діють спеціалізовані секторні регуляції, зокрема Регламент ЄС щодо продуктів, які не спричиняють знеліснення (European Union Deforestation Regulation — EUDR). Зазначений нормативний акт передбачає обов'язок імпортерів окремих категорій товарів (кави, какао, сої, пальмової олії, деревини) надавати геолокаційні дані земельних ділянок, на яких вироблено продукцію. Для організованих ринків сільськогосподарської продукції це актуалізує інтеграцію геолокаційних інструментів у торговельні платформи.

Вагому роль відіграють також внутрішні правила бірж. Зокрема, Лондонська біржа металів (London Metal Exchange — LME) запровадила вимоги щодо

відповідального постачання, що ґрунтуються на стандартах Організації економічного співробітництва та розвитку. Відповідно до цих правил бренди, допущені до котирування, підлягають аудиту щодо дотримання прав людини та запобігання фінансуванню конфліктів [11]. Таким чином, ESG-комплаєнс інтегрується у систему лістингових вимог на товарних біржах (табл.1).

Таблиця 1

**ІНСТИТУЦІЙНІ ДРАЙВЕРИ ВПРОВАДЖЕННЯ ESG-КОМПЛАЄНСУ
НА ОРГАНІЗОВАНИХ ТОВАРНИХ РИНКАХ**

| Інституційний драйвер | Основний нормативний акт / Стандарт | Ключова вимога для товарних ринків |
|-----------------------|---|---|
| Регуляторний примус | CSRD, SFDR, EU Taxonomy | Обов'язкова верифікована нефінансова звітність |
| Галузеві стандарти | EUDR (Deforestation), CBAM (Carbon Border Adjustment) | Докази походження та розрахунків вуглецевого мита |
| Біржові правила | LME Responsible Sourcing, CME Sustainable Solutions | Допуск до торгів лише ESG-сумісних брендів/контрактів |
| Інвестиційний попит | Принципи відповідального інвестування (PRI) | Переспрямування капіталу в активи з високим ESG-рейтингом |

Джерело: Складено авторами на основі [11; 12; 13]

Диджиталізація розглядається як інфраструктурна основа забезпечення ESG-комплаєнсу в сучасних умовах. На відміну від традиційних підходів до комплаєнсу, що ґрунтуються на вибірковій перевірці документів, ESG-комплаєнс передбачає формування інтегрованих систем безперервного збору та обробки даних [14]. Інфраструктурний базис цифровізації охоплює кілька рівнів.

По-перше, рівень збору даних (Internet of Things — IoT та сенсорні системи), у межах якого в операційних процесах встановлюються датчики для фіксації в режимі реального часу споживання енергії, обсягів викидів у воду та повітря, а також умов праці. Такі пристрої формують первинний масив верифікованих даних.

По-друге, рівень передачі та зберігання даних (хмарні технології), що передбачає використання масштабованих цифрових сховищ. Хмарні рішення забезпечують інтеграцію інформації від численних постачальників у єдині цифрові екосистеми та надання доступу до неї регуляторам і аудиторам.

По-третє, рівень обробки даних (Big Data та штучний інтелект — Artificial Intelligence, AI), у межах якого алгоритмічні моделі використовуються для виявлення аномалій у масивах даних, що можуть свідчити про потенційні порушення екологічних норм або викривлення звітності.

По-четверте, рівень мережевої інфраструктури, що визначає можливості впровадження цифрових рішень. Як приклад державної політики у цій сфері розглядається стратегія «Broadband China», яка, за результатами досліджень, сприяла формуванню умов для впровадження компаніями цифрових інструментів екологічного моніторингу та відповідного покращення їхніх ESG-показників [6].

Роль диджиталізації як інфраструктурного елемента проявляється також у формуванні цифрових двійників товарів. Кожна тонна металу або барель нафти,

допущені до біржових торгів, можуть бути представлені у вигляді цифрової моделі, що містить структуровану інформацію про походження та етапи руху активу. Це створює передумови для впровадження моделі динамічного комплаєнсу, у межах якої статус відповідності активу оновлюється автоматично з урахуванням нових даних [11]. З метою систематизації наявних підходів цифрові механізми забезпечення ESG-комплаєнсу доцільно класифікувати за їхньою функціональною роллю у процесі верифікації, моніторингу та супроводження товарних операцій. Така класифікація дозволяє виокремити ключові технологічні контури формування сучасної інфраструктури організованих товарних ринків (табл. 2).

Таблиця 2

**КЛАСИФІКАЦІЯ ЦИФРОВИХ МЕХАНІЗМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ESG-КОМПЛАЄНСУ НА ОРГАНІЗОВАНИХ ТОВАРНИХ РИНКАХ**

| Тип механізму | Основні інструменти | Функціональна роль в ESG-комплаєнсі |
|--------------------------|--|--|
| Інформаційно-прозорісні | Цифрові реєстри та паспорти товарів (LMEpassport, CoA); ESG-платформи (NeoImpact, Rimm); автоматизоване звітування через API | Стандартизація, агрегування та візуалізація ESG-даних; формування єдиного інформаційного середовища для учасників ринку |
| Верифікаційно-аналітичні | Супутниковий моніторинг (Sentinel, Planet Labs) у поєднанні з AI; аналіз неструктурованих даних; системи цифрового MRV | Незалежна верифікація заявлених даних; виявлення аномалій та ESG-ризиків; підвищення довіри на вуглецевих ринках |
| Транзакційно-контрольні | Блокчейн та смарт-контракти; токенизація вуглецевих активів (Toucan Protocol, KlimaDAO); інтегровані ETRM-системи з ESG-модулями | Автоматизоване виконання ESG-вимог у процесі торгів; забезпечення незмінності даних; простежуваність та контроль лімітів викидів |

Джерело: складено авторами на основі [6; 8; 11; 12; 15; 16]

Запропонована класифікація демонструє, що ефективність ESG-комплаєнсу досягається не окремими інструментами, а їхньою інтеграцією в єдину цифрову екосистему. Інформаційна прозорість формує базу довіри, аналітичні механізми забезпечують незалежну верифікацію даних, а транзакційні інструменти інтегрують ESG-критерії безпосередньо у процес торгів. Саме така багаторівнева архітектура створює умови для інституційної трансформації організованих товарних ринків.

Впровадження цифрових механізмів ESG-комплаєнсу супроводжується трансформаційними змінами у функціонуванні товарних ринків, впливаючи на їхню ефективність, структуру та склад учасників. Цифрові механізми розширюють можливості ідентифікації якісних характеристик товару. Наявність доступу через цифрові платформи до верифікованих даних щодо вуглецевого сліду окремих партій металу формує передумови для встановлення цінової премії. У цьому контексті цифровізація сприяє диференціації товарів, за якої ESG-параметри інтегруються у механізм формування їхньої вартості [11; 12]. Зазначені процеси пов'язані з розвитком нових фінансових інструментів. Зокрема, біржі, такі як CME Group, впроваджують ф'ючерсні контракти на сталу сировину (наприклад,

літій, кобальт, сертифіковану пальмову олію) та ESG-індекси, що формуються на основі даних цифрових систем. Це створює передумови для хеджування не лише цінових, а й регуляторних ризиків, пов'язаних із «зеленим» переходом.

Емпіричні дослідження свідчать про позитивну кореляцію між прозорістю ESG-даних та ліквідністю активів. Такий взаємозв'язок пов'язується зі зниженням ймовірності екологічних інцидентів і санкцій, що підвищує інвестиційну привабливість активу для довгострокових інституційних інвесторів. Цифрові інструменти сприяють зниженню витрат на обробку інформації, що забезпечує можливість оперативнішої оцінки ESG-ризиків портфеля інвесторами [4; 7]. Водночас високі ESG-рейтинги, підтверджені цифровими механізмами, пов'язані з розширенням можливостей доступу компаній до «зеленого» фінансування. Зокрема, для українського бізнесу ESG-комплаєнс розглядається як інструмент виходу на міжнародні ринки капіталу, що, за результатами опитувань, визначається пріоритетом для близько 22 % компаній [17].

Цифрові механізми зумовлюють перегляд підходів до управління ланцюгами постачання. Використання штучного інтелекту для аналізу ризиків сприяє ідентифікації вразливих ланок на ранніх етапах їх прояву. Це пов'язується з формуванням більш стійких ланцюгів постачання, у межах яких вибір постачальників здійснюється з урахуванням не лише цінових параметрів, а й надійності їхніх ESG-показників [6]. Водночас цифровізація супроводжується певними ризиками. Надмірна залежність від алгоритмічних рішень може призводити до формалізації комплаєнс-процедур, за якої дотримання кількісних показників витісняє змістовну реалізацію принципів сталого розвитку. Крім того, існує ризик концентрації ринкової влади у власників великих масивів даних і цифрових платформ, що потенційно формує додаткові бар'єри для входу на ринок малих і середніх підприємств [2].

Цифрові механізми розглядаються як інструмент протидії практикам імітації сталого розвитку. Технології блокчейну та незалежний супутниковий моніторинг формують додаткові механізми контролю, за яких невідповідність між публічними заявами та фактичними практиками стає більш імовірною до виявлення. Результати моделювання свідчать, що за умови досягнення високого рівня якості даних у мережах блокчейн (понад 85 % точності) ймовірність успішного гринвошингу знижується приблизно удвічі порівняно з традиційними методами нагляду [2; 3; 6].

Таким чином, цифрові механізми ESG-комплаєнсу трансформують інституційну архітектуру організованих товарних ринків, інтегруючи вимоги сталого розвитку у їхню інфраструктуру, процедури торгівлі та систему розрахунків. Поєднання інформаційно-прозорісних, верифікаційно-аналітичних і транзакційно-контрольних інструментів сприяє підвищенню прозорості ринкових операцій, зниженню інформаційної асиметрії та формуванню нових механізмів оцінки вартості активів. Водночас ефективність цифровізації залежить від якості даних, регуляторного середовища та збалансованості технологічного розвитку. У цьому контексті подальші дослідження мають бути спрямовані на оцінювання довгострокових наслідків цифрової трансформації для структури та конкурентної динаміки товарних ринків.

Дискусія. Отримані результати засвідчують, що цифрові механізми ESG-комплаєнсу інтегруються в інфраструктуру організованих товарних ринків під

впливом посилення екологічного регулювання ЄС та зростання запиту інвесторів на прозорість. Водночас дискусійним залишається питання «цифрового парадоксу ESG» — оцінювання вуглецевого сліду самих технологій (зокрема блокчейну та дата-центрів), що забезпечують комплаєнс. Потребує подальшого аналізу гармонізація цифрових стандартів звітності між юрисдикціями для уникнення фрагментації глобальних ринків, а також вплив алгоритмічного комплаєнсу на поведінку трейдерів і волатильність товарних ринків у довгостроковій перспективі.

Висновки. Систематизація цифрових механізмів засвідчила, що найбільший ефект досягається за умов інтеграції інформаційно-прозорісних, верифікаційно-аналітичних та транзакційно-контрольних інструментів. Така взаємодія забезпечує не лише відповідність регуляторним вимогам, а й формування додаткової ринкової вартості через диференціацію «сталих» товарів. Вплив цифровізації проявляється у підвищенні ліквідності, зниженні агентських витрат, формуванні обґрунтованіших цінових сигналів для «зеленої» продукції, мінімізації ризиків гринвошингу та посиленні підзвітності корпоративного управління.

Література

1. European Commission. Corporate sustainability reporting. European Commission. URL: https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en (дата звернення: 15.01.2026).
2. Xu J., Li R. How digital transformation curb greenwashing: Insights from fraud risk factor theory. *PLOS One*. 2026. DOI:10.1371/journal.pone.0339282.
3. Xu S., Zhang S., Ren Y., Jiang Q., Wu D. Can digital transformation restrain corporate ESG greenwashing — a test based on internal and external joint perspectives. *Systems*. 2024. DOI:10.3390/systems12090334.
4. Aouadi A., Boussetta S., Ma L. Beyond Disclosure: Exploring the Impact of ESG Transparency on Stock Liquidity. EFMA Annual Meetings 2025, Greece, 2025. URL: [http://www.efmaefm.org/OEFMAMEETINGS/EFMA %20ANNUAL %20MEETINGS/2025-Greece/papers/Unveiling_the_clear_waters__Exploring_the_link_between_ESG_transparenc y_and_stock_liquidity.pdf](http://www.efmaefm.org/OEFMAMEETINGS/EFMA%20ANNUAL%20MEETINGS/2025-Greece/papers/Unveiling_the_clear_waters__Exploring_the_link_between_ESG_transparenc_y_and_stock_liquidity.pdf) (дата звернення: 17.12.2025).
5. Zhang M., Huang Z. The Impact of Digital Transformation on ESG Performance: The Role of Supply Chain Resilience. *Sustainability*. 2024; 16(17): 7621. DOI:10.3390/su16177621
6. Zhang Y., Li J., Wu Q. ESG reporting quality and firm value: Evidence from emerging markets. *Sustainability*. 2025; 17(13): 6165. DOI:10.3390/su17136165.
7. Chen R., Liu Y., Jiang Y., Liu J. Does ESG performance promote vitality of capital market? Analysis from the perspective of stock liquidity. *Frontiers in Environmental Science*. 2023. DOI:10.3389/fenvs.2023.1132845.
8. Golshani F. Democratized carbon credit trading on a blockchain platform. *Journal of Sustainable Finance & Investment*. 2026. DOI:10.1080/19498241.2025.2611313
9. Manta A.G., Oliveira T.M., Silva S., Rodrigues R., Costa P., Teixeira J.A., Dias D.R. From Sustainability Narratives to Digital Infrastructures: Mapping the Transformation of Smart Agri-Food Systems. *Foods*. 2026; 15(3): 469. DOI:10.3390/foods15030469
10. OneTrust. Ultimate guide to EU CSRD & ESG regulation for businesses. *OneTrust*. 2025. URL: <https://www.onetrust.com/blog/ultimate-guide-to-eu-csrd-esg-regulation-for-businesses/> (дата звернення: 24.11.2025).
11. London Metal Exchange. LMEpassport — electronic certificates of analysis and digital credentials register. *London Metal Exchange*. 2025. URL: <https://www.lme.com/trading/initiatives/lmepassport> (дата звернення: 22.10.2025).

12. London Metal Exchange. Sustainability and physical markets: sustainability. *London Metal Exchange*. 2025. URL: <https://www.lme.com/sustainability-and-physical-markets/sustainability> (дата звернення: 13.12.2025)
13. GRESB. Understanding the relationship between EU Taxonomy, SFDR, and CSRD and their impact on real estate. GRESB. 2024. URL: <https://www.gresb.com/understanding-the-relationship-between-eu-taxonomy-sfdr-and-csrd-and-their-impact-on-real-estate/> (дата звернення: 24.10.2025).
14. Proxymity. The future of compliance: emerging RegTech trends. *Proxymity*. 2025. URL: <https://www.proxymity.io/views/the-future-of-compliance-emerging-regtech-trends/> (дата звернення: 05.12.2025).
15. Sustainability Directory. AI-Driven Deforestation Prediction in Supply Chains. *Sustainability Directory*. 2025. URL: <https://prism.sustainability-directory.com/scenario/ai-driven-deforestation-prediction-in-supply-chains/> (дата звернення: 14.11.2025).
16. Burgoyne M. T., Olexiuk P. Tokenized carbon credits: how blockchain is revolutionizing carbon markets. *Osler*. 5 February 2025. URL: <https://www.osler.com/en/insights/updates/tokenized-carbon-credits-blockchain-revolutionizing-markets/> (дата звернення: 29.10.2025).
17. The Page. Український бізнес хоче в Європу, але не знає як: головні бар'єри впровадження ESG-стандартів. *The Page*. 2024. URL: <https://thepage.ua/ua/news/ukrayinskij-biznes-ne-cilkom-rozumiye-neobhidnist-vprovadzheniya-esg-standartiv> (дата звернення: 27.11.2025).
18. Рєпіна І. М., Теплюк М. А. Диверсифікація міжнародної торгівлі туристичними послугами крізь призму сервісноорієнтованих бізнес-моделей у цифровому суспільстві. *Economic Space*. 2026. № 210. С. 135–144.
19. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.210.135-144>

References

1. European Commission. (2025, December 9). *Corporate sustainability reporting*. European Commission. https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en
2. Xu, J., & Li, R. (2026). How digital transformation curb greenwashing: Insights from fraud risk factor theory. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0339282>
3. Xu, S., Zhang, S., Ren, Y., Jiang, Q., & Wu, D. (2024). Can digital transformation restrain corporate ESG greenwashing-A test based on internal and external joint perspectives. *Systems*, 12(9), 334. <https://doi.org/10.3390/systems12090334>
4. Aouadi, A., Boussetta, S., & Ma, L. (2025). *Beyond disclosure: Exploring the impact of ESG transparency on stock liquidity*. Paper presented at the EFMA Annual Meetings 2025, Greece. http://www.efmaefm.org/0EFMAMEETINGS/EFMA%20ANNUAL%20MEETINGS/2025-Greece/papers/Unveiling_the_clear_waters__Exploring_the_link_between_ESG_transparency_and_stock_liquidity.pdf
5. Zhang, M., & Huang, Z. (2024). The impact of digital transformation on ESG performance: The role of supply chain resilience. *Sustainability*, 16(17), 7621. <https://doi.org/10.3390/su16177621>
6. Zhang, Y., Li, J., & Wu, Q. (2025). ESG reporting quality and firm value: Evidence from emerging markets. *Sustainability*, 17(13), 6165. <https://doi.org/10.3390/su17136165>
7. Chen, R., Liu, Y., Jiang, Y., & Liu, J. (2023). Does ESG performance promote vitality of capital market? Analysis from the perspective of stock liquidity. *Frontiers in Environmental Science*, 11, Article 1132845. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1132845>
8. Golshani, F. (2026). Democratized carbon credit trading on a blockchain platform. *Journal of Sustainable Finance & Investment*. <https://doi.org/10.1080/19498241.2025.2611313>

9. Manta, A. G., Oliveira, T. M., Silva, S., Rodrigues, R., Costa, P., Teixeira, J. A., & Dias, D. R. (2026). From sustainability narratives to digital infrastructures: Mapping the transformation of smart agri-food systems. *Foods*, 15(3), 469. <https://doi.org/10.3390/foods15030469>
10. OneTrust. (2025). *Ultimate guide to EU CSRD & ESG regulation for businesses*. <https://www.onetrust.com/blog/ultimate-guide-to-eu-csrd-esg-regulation-for-businesses/>
11. London Metal Exchange. (2025). *LMepassport — electronic certificates of analysis and digital credentials register*. <https://www.lme.com/trading/initiatives/lmepassport>
12. London Metal Exchange. (2025). *Sustainability and physical markets: Sustainability*. <https://www.lme.com/sustainability-and-physical-markets/sustainability>
13. GRESB. (2024). *Understanding the relationship between EU taxonomy, SFDR, and CSRD and their impact on real estate*. <https://www.gresb.com/understanding-the-relationship-between-eu-taxonomy-sfdr-and-csrd-and-their-impact-on-real-estate/>
14. Proxymity. (2025). *The future of compliance: Emerging RegTech trends*. <https://www.proxymity.io/views/the-future-of-compliance-emerging-regtech-trends/>
15. Sustainability Directory. (2025). *AI-driven deforestation prediction in supply chains*. <https://prism.sustainability-directory.com/scenario/ai-driven-deforestation-prediction-in-supply-chains/>
16. Burgoyne, M. T., & Olexiuk, P. (2025, February 5). *Tokenized carbon credits: How blockchain is revolutionizing carbon markets*. Osler. <https://www.osler.com/en/insights/updates/tokenized-carbon-credits-blockchain-revolutionizing-markets/>
17. The Page. (2024). Ukrainian business wants to enter Europe but does not know how: Main barriers to ESG implementation [in Ukrainian]. <https://thepage.ua/ua/news/ukrayinskij-biznes-ne-cilkom-rozumiye-neobhidnist-vprovadzheniya-esg-standartiv>
18. Riepina, I. M., & Tepluk, M. A. (2026). Dyversyfikatsiia mizhnarodnoi torhivli turystychnymy posluhamy kriz pryzmu servisno-orientovanykh biznes-modelei u tsyfrovomu suspilstvi [Diversification of international trade in tourism services through the prism of service-oriented business models in the digital society]. *Economic Space*, (210), 135–144. <https://doi.org/10.30838/EP.210.135-144>

Стаття надійшла 10.11.2025; прийнята до друку 10.03.2026 року

DOI 10.33111/vz_kneu.42.26.01.18.124.130

ISSN printed: 2415-850X; online: 2415-8518.

УДК 339.9:004.8:004.056:327

Pobochenko Lesya

PhD (Economics), Associate Professor, Head of Department
of International Economic Relations
of State University «Kyiv Aviation Institute» (Ukraine)
E-mail: lesia.pobochenko@npp.kai.edu.ua
ORCID: 0000-0002-3094-6417
+380631220242

Horobets Olga

PhD Student (Economics) of Department of International Economic Relations
of State University «Kyiv Aviation Institute» (Ukraine)
E-mail: 4808638@stud.kai.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0213-768X
+380950484399

AI AND THE GLOBAL ORDER: IMPACTS ON BUSINESS, CYBERSECURITY, DIPLOMACY AND FOOD SECURITY