

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-84-95>

УДК 338.5:339.13:615.1:004(100)

ЕНТРОПІЙНО-ЦИФРОВА МОДЕЛЬ ESG-УПРАВЛІННЯ ТА КОМПЛАЄНСУ В ЕКОСИСТЕМІ БІОІННОВАЦІЙ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО БІЗНЕСУ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОРГАНІЗОВАНИХ ТОВАРНИХ РИНКІВ

AN ENTROPY-BASED DIGITAL MODEL OF ESG MANAGEMENT AND COMPLIANCE IN PHARMACEUTICAL BIOINNOVATION ECOSYSTEMS AND ORGANIZED COMMODITY MARKET TRANSFORMATION

Теплюк Марія Анатоліївна

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри бізнес-економіки та підприємництва,
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6823-336X>

Tepluk Mariia

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

У статті досліджено формування ентропійно-цифрової моделі комплаєнсу та ESG-управління в екосистемі біоінновацій і трансформації фармацевтичних товарних ринків. Підкреслено, що актуальність зумовлена складністю технологічних процесів, посиленням регуляторних вимог та цифровою трансформацією. Встановлено, що сучасний ринок характеризується високою наукоємністю, динамічними інноваціями та потребою прозорого управління, що потребує інтеграції цифрових платформ, алгоритмічної обробки даних і автоматизованого комплаєнсу. Показано, що ESG-орієнтація і цифрові екосистеми підвищують стійкість компаній, знижують ризики та забезпечують узгодженість ринкових інституцій. Запропонована модель інтегрує цифрову інфраструктуру, ESG-контроль, механізми зниження ентропії та адаптаційні інституційні інструменти для розвитку біоінновацій.

Ключові слова: фармацевтичний бізнес, ESG-управління, комплаєнс, цифровізація, ентропія, біоінновації, екосистема, товарні ринки.

The article explores the development of an entropy-digital model of compliance and ESG management within the ecosystem of bioinnovations and the ongoing transformation of organized commodity markets in the pharmaceutical industry. The study's relevance is driven by the growing complexity of technological and production processes in the pharmaceutical sector, the intensification of regulatory requirements, and the rapid digital transformation of economic systems. It has been established that contemporary pharmaceutical markets operate under conditions of high knowledge intensity, continuous innovative change, and a critical need for management transparency. These factors highlight the necessity of integrating advanced digital platforms, algorithmic data processing, and automated compliance mechanisms. The research demonstrates that ESG orientation combined with a long-term investment perspective constitutes a crucial factor for enhancing the resilience and sustainability of pharmaceutical companies, reducing regulatory risks, and fostering trust among market participants. Furthermore, the study proves that the development and implementation of digital ecosystems provide the conditions for creating socially responsible management models. Within these models, digital tools facilitate the transparency of information flows, adaptive and agile business processes, and effective stakeholder interaction. Special attention is given to the role of digitalization in decreasing managerial decision entropy and improving the coherence of institutional mechanisms governing organized commodity markets. Based on the findings, the article proposes a comprehensive entropy-digital model of compliance and ESG management. This model integrates digital platform infrastructure, tools for mitigating information and market entropy, mechanisms for ESG control and compliance, and institutional adaptation instruments aimed at supporting the growth and efficiency of bioinnovation ecosystems. The proposed model is intended to enhance the manageability of innovation-driven processes, harmonize stakeholder interests, and ensure the sustainability, resilience, and long-term competitiveness of pharmaceutical markets in the context of pervasive digital transformation and evolving regulatory landscapes.

Keywords: pharmaceutical business, ESG management, compliance, digitalization, entropy, bioinnovation, ecosystem, commodity markets.



Постановка проблеми. В турбулентних умовах сьогодення, через швидку цифрову трансформацію світових ринків сьогодні інституційні, технологічні та регуляторні процеси стають набагато складнішими, що призводить до зростання рівня ентропії в економічному середовищі. Безперечно, що є вкрай очевидним в сферах з високою динамікою інновацій та високою чутливістю до регулювання (таких як фармацевтика), де розвиток біоінноваційних екосистем вимагає більшої прозорості, узгодженості даних та ефективних механізмів контролю. Трансформація організованих товарних ринків (наприклад, біржових платформ або фармацевтичної торгової інфраструктури тощо) призводить до вищих вимог до відповідності та необхідності дотримуватися стандартів ESG та інтегрувати цифрові технології в ринкові процеси, щоб допомогти підтримувати ринкові процеси.

Однак, варто підкреслити, що вибуховий характер технологічних змін, зростаюча фрагментація інформаційних потоків та зростаюча нестабільність регуляторних режимів – все це поєднується в сучасному середовищі, що ускладнює ефективність традиційних моделей управління відповідно, що призводить до вищого рівня ринкової ентропії. В свою чергу, саме це призводить до важливості досліджень синергетичного поєднання ентропійного методу з управлінням ESG та використанням цифрових інструментів у фармацевтичних біоінноваціях та товарних ринках. Тобто, можна зазначити, що ще однією з основних проблем, яку необхідно подолати, є створення моделі, яка враховуватиме всі елементи, такі як: зниження ентропійних ризиків, підвищення прозорості, керованості та стабільності ринкових екосистем, відповідність світовим стандартам сталого розвитку, оптимізація процесів цифрової відповідності та інтеграція біоінноваційних рішень в організовані ринки, тощо.

Можна підкреслити, що джерело проблеми полягає в обґрунтування та створення цифрової ентропійної моделі для управління ESG-відповідністю, яка б відображала характеристики фармацевтичної промисловості, те, як створюються біоінноваційні екосистеми, та те, як працюватиме цифровий організований товарний ринок у найближчі роки. В свою чергу, що є конкретним викликом та визначає обсяг подальшого вивчення цього питання та потребу в нових інституційних та операційних рамках, що регулюють ринок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сучасні наукові дослідження демонструють зростаючу значущість інтеграції ESG-підходів, цифрової трансформації та інноваційних моделей управління. Аналіз наукових джерел показав, що сучасні дослідження активно зосереджені на цифровізації, ESG-управлінні та комплаєнсі в контексті розвитку інноваційних екосистем. Зокрема, автори: Завгородній А., Іванченкова Л., Шаповалова І., Маркова Т. [1] підкреслюють роль діджиталізації як ключового напрямку цифрового розвитку, що забезпечує прозорість і ефективність управлінських процесів. Панкратова О. [2] відзначає, що цифровізація є центральним трендом модернізації менеджменту та створює передумови для інтеграції автоматизованих систем контролю та комплаєнсу. Інші дослідження, акцентують на архітектурі цифрових та інноваційних екосистем у сільському господарстві та бізнесі, підкреслюючи необхідність інтеграції цифрових платформ для забезпечення прозорості, адаптивності бізнес-процесів та ефективної взаємодії між стейкхолдерами.

Системний аналіз цих досліджень обґрунтовує необхідність розробки ентропійно-цифрової моделі ESG-управління та комплаєнсу для фармацевтичного сектору, оскільки саме: *інтеграція цифрових платформ, алгоритмічної обробки даних, механізмів ESG-контролю та комплаєнсу, а також інституційних адаптаційних інструментів* сприяє підвищенню керованості інноваційних процесів, узгодженню інтересів стейкхолдерів та забезпеченню стійкості організованих товарних ринків, що в свою чергу, підтверджує актуальність дослідження

Формулювання цілей статті. Метою статті є теоретично обґрунтувати та методологічно сформулювати, а також практично визначити параметри ентропійно-цифрової моделі комплаєнсу та ESG-управління, яка спрямована на підвищення стійкості, прозорості та інноваційної ефективності екосистеми біоінновацій у фармацевтичному бізнесі. Крім того, модель допомагає модернізувати організовані товарні ринки, враховуючи сучасні виклики та можливості цифрової трансформації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасний сектор фармацевтики характеризується надвисоким ступенем інноваційності та з іншого боку глибоко регуляторною залежністю, що підкреслює суспільну відповідальність бізнесу, що ускладнюється перебуванням в умовах прискореної циф-

рової трансформації. Зазначимо, що більшість авторів у своїх наукових досліджень показують, що *Environmental, Social, and Governance* - орієнтація на довгострокове інвестиційне бачення є ключовими чинниками підвищення стійкості фармацевтичних підприємств, зокрема шляхом покращення механізмів управління й зменшення ризиків регуляторного тиску, що є вкрай важливим для утримання своїх конкурентних позицій. Разом з тим, варто підкреслити, що одночасно активна цифровізація бізнес-процесів формує підґрунтя для розвитку соціально відповідальних екосистем, у яких інтегровані цифрові інструменти забезпечують прозорість, адаптивність і здатність до саморегуляції [3-4].

Варто підкреслити, що фармацевтичний сектор сьогодні функціонує в умовах перманентного ентропійного впливу на технологічний цикл – від R&D-процесів до виробництва, логістики та ринкового контролю. В свою чергу, наслідком є посилення потреби в інтеграції цифрових платформ, алгоритмічної обробки даних, автоматизації комплаєнсу та розвитку інноваційних бізнес-моделей, здатних забезпечити керованість та прогнозованість екосистеми. Висока наукоємність галузі формує вимоги до гіпершвидкої апробації біоінновацій, взаємної узгодженості учасників ринку, зменшення рівня ентропії інформаційних потоків і формування прозорої інституційної інфраструктури. Крім того, фармацевтичний сектор дедалі більше переходить до екосистемної моделі розвитку, де ключову роль відіграють цифрові лабораторії, біотехнологічні стартапи, венчурні фонди та регуляторні органи, взаємодія між якими потребує стандартизованих ESG-метрик, підвищеної відповідальності у сфері даних і комплаєнс-процедур. В ентропійних умовах, безперечно, саме цифрові інструменти є фундаментом для впровадження регуляторних вимог, оптимізації обігу інформації та забезпечення рівня довіри, необхідного для ринкової стабільності. Саме тому, трансформація бізнес-моделей у сучасних умовах потребує застосування кваліметричних, цифрово-орієнтованих методів оцінювання [5-6], які, в свою чергу, дозволяють вимірювати рівень стійкості та узгодженості управлінських рішень у середовищі зростаючої ентропії. Варто зазначити, що саме цифровізація управлінських систем виступає ключовим трендом підвищення їх гнучкості та інституційної узгодженості. Разом з тим, на нашу думку, цифрові технології дозволяють

зменшувати ентропійність рішень, створювати прозорі механізми контролю та взаємодії, що є основою для побудови цифрового комплаєнсу нового покоління, рис. 1.

Розвиток екосистеми біоінновацій у фармацевтичному секторі економіки, на нашу думку, вимагає формування досягнення синергійного ефекту між цифровими технологіями, інституційними регуляторами, ентропійними зрушеннями та ESG-критеріями, що в свою чергу підкреслює, що ESG-комплаєнс розглядається як ключовий елемент функціонування бізнес-моделей та інновацій, формуючи нові якісні форми взаємодії між всіма суб'єктами господарювання та стейкхолдерами. Разом з тим, варто і підкреслити, що внутрішні та зовнішні екосистеми під впливом ентропійних процесів зазнають значних зрушень – від зміни ринкових конфігурацій до цифрової перебудови інфраструктури [9]. В ході аналізу проведеного аналізу трансформацій ринкових екосистем, можна засвідчити важливість зростання ролі цифрових платформ, гнучкого менеджменту та необхідність у забезпеченні їх стійкості в умовах підвищеної невизначеності.

Таким чином, можна зазначити, що ентропійно-цифрова модель комплаєнсу та ESG-управління повинна включати комплекс взаємопов'язаних елементів, які, в свою чергу, забезпечують ефективність, прозорість та стійкість функціонування фармацевтичних екосистем та організованих товарних ринків. До таких елементів варто зазначити, наступні:

1. Цифрова платформа інфраструктура, здатна забезпечити інтеграцію даних, автоматизацію бізнес-процесів та доступність інформації для стейкхолдерів.

2. Інструменти зниження ринкової та інформаційної ентропії, зумовлюють впровадження потоків даних, зменшують хаотичність управлінських рішень та сприяють підвищенню передбачуваності ринкових процесів.

3. Механізми ESG-контролю та комплаєнсу, що здатні гарантувати дотримання нормативних вимог, стандартів соціальної відповідальності та етичних норм ведення бізнесу.

4. Інституційні адаптаційні механізми організованих товарних ринків, які забезпечують узгодженість дій різних учасників ринку, адаптацію до нових умов і підтримку стабільності економічної системи в цілому.

5. Функціональна підтримка інноваційних і біоінноваційних процесів, яка включає методи оцінювання ефективності та резуль-



Рис. 1. ентропійно-цифрова модель ESG-управління та комплаєнсу в екосистемі біоінновацій фармацевтичного бізнесу трансформації організованих товарних ринків

Джерело: сформовано автором

тативності, цифрові інструменти для управління науково-дослідними і виробничими процесами, а також механізми швидкої апробації нових рішень.

В сукупності окреслені елементи формують цілісну модель, яка поєднує цифрові, організаційні та управлінські складові, спрямовані на підвищення прозорості, стійкості та інно-

ваційної результативності фармацевтичних екосистем і сучасних організованих товарних ринків у період цифрової трансформації.

Висновки. Сучасний фармацевтичний сектор перебуває на етапі глибокої структурної трансформації, зумовленої одночасним впливом ентропійних зрушень, цифрової трансформації, посиленням ESG-вимог та зростанням ринкової конкуренції. Саме успішна інтеграція цифрових технологій та оптимізація бізнес-процесів фармацевтичних підприємств здатні сформувати нову якість управління, забезпечуючи прозорість, точність, адаптивність та підвищену стійкість ринко-

вих структур, що підтверджують дослідження щодо впливу інновацій та цифрових рішень на формування відповідальних бізнес-екосистем. Розвиток цифрового комплаєнсу та впровадження ESG-критеріїв у фармацевтичному секторі сприяє зменшенню регуляторних та операційних ризиків, зростанню довіри стейкхолдерів, а також формуванню системи виважених та збалансованих управлінських рішень. Тобто, доцільно підкреслити, що цифровізація є ключовим драйвером підвищення керованості та інституційної узгодженості на підприємстві, зокрема, з високим рівнем невизначеності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Завгородній А., Іванченкова Л., Шаповалова І., Маркова Т. Діджиталізація як ключовий напрям цифрового розвитку. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2022. № 308(4). С. 44–49. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-308-4-7>
2. Панкратова О. Цифровізація як сучасний тренд розвитку менеджменту. *Економіка та суспільство*. 2021. Вип. 33. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-33-55>
3. Янковой, Р., Гарафонова, О., Жосан, Г., & Кравчик, Ю. Інституційне забезпечення економічної безпеки як чинник стійкості національної безпеки України. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 2026. 350(1), 209–215. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2026-350-26>
4. Рибак, І., & Гарафонова, О. Цифрова трансформація як інструмент удосконалення управління стратегічним розвитком підприємства. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 2025. 346(5), 93-98. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-346-5-12>
5. Garafonova O., Dvornyk O., Sharov V., Zhosan H., Yankovoi R., Lomachynska I. *Digitization process in a changing global environment. TEM Journal*. 2025. Vol. 14, No. 1. P. 251–265. <https://doi.org/10.18421/TEM141-23>
6. Repina I. M., Tepluk M. A. Диверсифікація міжнародної торгівлі туристичними послугами крізь призму сервісно-орієнтованих бізнес-моделей у цифровому суспільстві на засадах ESG-комплаєнсу. *Економічний простір*. 2026. № 210. С. 135–144. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.210.135-144>
7. Sahaidak M., Gonchar V., Kolos I., Tepluk M. The Impact of Digital Transformation on the Development of Socially Responsible Business Ecosystems. *European Scientific Journal of Economic and Financial Innovation*. 2025. 3(17). P. 595–607. DOI: <https://doi.org/10.32750/2025-0352>
8. Iatsenko O., Andriushchenko A., Osadchuk B., & Kyryliuk O. Architecture of an innovative agricultural trading ecosystem in the conditions of digitalization. *Modeling the development of the economic systems*, 2025 (4), 407–418. <https://doi.org/10.31891/mdes/2025-18-52>
9. Yatsenko Oleksandr, Andriushchenko Anhelina, Osadchuk Valeriia, Kyryliuk Oksana. Digital transformation of ecosystems under global challenges. *The journal "Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology"*. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2025-4-52>

REFERENCES:

1. Zavgorodnii, A., Ivanchenkova, L., Shapovalova, I., & Markova, T. (2022). Didzhytalizatsiia yak kliuchovyi napriam tsyfrovoho rozvytku [Digitalization as a key direction of digital development]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 308(4), 44–49. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-308-4-7>
2. Pankratova, O. (2021). Tsyfrovizatsiia yak suchasnyi trend rozvytku menedzhmentu [Digitalization as a modern trend in management development]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 33. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-33-55>
3. Yankovoi, R., Garafonova, O., Zhosan, H., & Kravchuk, Yu. (2026). Instytutsiine zabezpechennia ekonomichnoi bezpeky yak chynnyk stiikosti natsionalnoi bezpeky Ukrainy [Institutional support of economic security as a factor of national security resilience of Ukraine]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 350(1), 209–215. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2026-350-26>

4. Rybak, I., & Garafonova, O. (2025). Tsyfrova transformatsiia yak instrument udoskonalennia upravlinnia stratehichnym rozvytkom pidpriemstva [Digital transformation as a tool for improving strategic enterprise management]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 346(5), 93–98. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-346-5-12>
5. Garafonova, O., Dvornyk, O., Sharov, V., Zhosan, H., Yankovoi, R., & Lomachynska, I. (2025). Digitization process in a changing global environment. *TEM Journal*, 14(1), 251–265. <https://doi.org/10.18421/TEM141-23>
6. Repina, I. M., & Tepliuk, M. A. (2026). Dyversyfikatsiia mizhnarodnoi torhivli turystychnymy posluhamy kriz prizmu servisno-orientovanykh biznes-modelei u tsyfrovomu suspilstvi na zasadakh ESG-komplaiensu [Diversification of international trade in tourism services through service-oriented business models in a digital society based on ESG compliance]. *Ekonomichnyi prostir*, 210, 135–144. <https://doi.org/10.30838/EP.210.135-144>
7. Sahaidak, M., Gonchar, V., Kolos, I., & Tepliuk, M. (2025). The impact of digital transformation on the development of socially responsible business ecosystems. *European Scientific Journal of Economic and Financial Innovation*, 3(17), 595–607. <https://doi.org/10.32750//2025-0352>
8. Iatsenko, O., Andriushchenko, A., Osadchuk, V., & Kyryliuk, O. (2025). Architecture of an innovative agricultural trading ecosystem in the conditions of digitalization. *Modeling the Development of the Economic Systems*, 4, 407–418. <https://doi.org/10.31891/mdes/2025-18-52>
9. Yatsenko, O., Andriushchenko, A., Osadchuk, V., & Kyryliuk, O. (2025). Digital transformation of ecosystems under global challenges. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2025-4-52>

Дата надходження статті: 11.03.2026
Дата прийняття статті: 30.03.2026
Дата публікації статті: 08.04.2026