

DOI: 10.15276/EJ.03.2026.10

DOI: 10.5281/zenodo.23243582

UDC: 005.412:330.341.1:004.8

JEL: O32, O33, Q01

Received: 2026-08-02, Revised: 2026-08-24, Accepted: 2026-09-03, Published: 2026-09-29

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ КРИЗИ: РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AN ENTERPRISE IN TIMES OF CRISIS: THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Oksana I. Prodius, Doctor of Economic Sciences, Professor
Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0002-0619-7567
Email: o.i.prodius@op.edu.ua

Daria V. Shcherbyna
Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine
ORCID: 0009-0004-4823-1120
Email: 7507045@stud.op.edu.ua

Продіус О.І., Щербина Д.В. Сталий розвиток підприємства в умовах кризи: роль штучного інтелекту та інноваційних технологій. Науково-методична стаття.

У статті обґрунтовано роль штучного інтелекту й інноваційних технологій як каталізаторів сталого розвитку підприємства в умовах кризи. Систематизовано взаємозв'язок між ESG-компонентами сталого розвитку, типовими кризовими явищами для малого та середнього бізнесу транспортно-торгового сектору та відповідними ШІ-рішеннями. Запропоновано інтегровану структурну модель «полікриза → ESG-компоненти → інструменти ШІ» та алгоритм ESG-трансформації підприємства за принципом «вимірювати → оптимізувати → монетизувати». Розроблено методику оцінювання економічного ефекту ШІ-ініціатив (методи прямої економії, уникнутих витрат і доходу ефекту) з розрахунком ROI та терміну окупності, а також визначено умови й межі застосовності запропонованої моделі. На прикладі торговельно-транспортного підприємства Одеського регіону підтверджено можливість отримання сукупного економічного ефекту 159 000–358 750 грн/рік (ROI 469–536%, окупність ~2 місяці) від використання ШІ-інструментів через оптимізацію маршрутів, управління ресурсами, автоматизацію ESG-моніторингу та зниження нефінансових ризиків.

Ключові слова: сталий розвиток, стійкість підприємств, штучний інтелект, ESG-трансформація, цифровізація, інноваційні технології, кризове управління, малі та середні підприємства

Prodius O.I., Shcherbyna D.V. Sustainable Development of an Enterprise in Times of Crisis: The Role of Artificial Intelligence and Innovative Technologies. Scientific and methodical article.

The article substantiates the role of artificial intelligence (AI) and innovative technologies as catalysts of sustainable enterprise development under crisis conditions. It systematizes the relationship between ESG components of sustainable development, typical crisis phenomena faced by small and medium-sized enterprises in the trade and transport sector, and the corresponding AI solutions. An integrated structural model "polycrisis → ESG components → AI tools" and a three-stage ESG-transformation algorithm based on the principle "measure → optimize → monetize" are proposed. A methodology for assessing the economic effect of AI initiatives is developed, combining direct-savings, avoided-cost, and revenue-effect methods with ROI and payback-period calculation, together with the conditions and limits of the model's applicability. The example of a trade and transport enterprise in the Odesa region confirms the possibility of obtaining a cumulative economic effect of UAH 159,000–358,750 per year (ROI 469–536%, payback period of about 2 months) from the use of AI tools through route optimization, resource management, automation of ESG monitoring, and reduction of non-financial risks.

Keywords: sustainable development, enterprise resilience, artificial intelligence, ESG transformation, digitalization, innovation technologies, crisis management, small and medium-sized enterprises

В умовах глобальної нестабільності, зумовленої нашаруванням пандемічних, геополітичних та кліматичних криз, традиційні моделі антикризового управління виявляються недостатніми для забезпечення довгострокової стійкості підприємств. Підприємства, що орієнтуються виключно на короткострокову оптимізацію витрат, втрачають доступ до міжнародного капіталу та ринків збуту, тоді як ті, що інтегрують принципи сталого розвитку у свою антикризову стратегію, демонструють вищу адаптивність і швидше відновлюються [1]. Концепція сталого розвитку перестає бути декларативним елементом корпоративної політики, перетворюючись на умову операційного виживання: збалансована інтеграція економічних, екологічних та соціальних (ESG) пріоритетів у бізнес-модель забезпечує організаційну гнучкість, дозволяючи компаніям абсорбувати зовнішні шоки, проактивно управляти нефінансовими ризиками та зберігати довіру стейкхолдерів у періоди глибокого економічного спаду.

На перетині зростання вимог до ESG-відповідності та стрімкого розвитку штучного інтелекту формується принципово новий підхід до управління підприємством в умовах кризи. Штучний інтелект перестає бути привілеєм великих корпорацій: хмарні рішення з предиктивної аналітики, автоматизовані

маршрутизації та ESG-моніторингу відкриті для малого і середнього бізнесу, що докорінно змінює можливості для сталої трансформації навіть за умов обмежених ресурсів.

За методологією MSCI (2024), інтеграція ESG-факторів безпосередньо покращує фінансові результати підприємства через ефективніше управління бізнес-процесами, якісний ризик-менеджмент та підвищену стійкість до стресів [2]. Водночас Бондаренко Л.П. та Скоропад І.С. (2024) констатують, що більшість українських підприємств перебувають на початковому рівні ESG-зрілості та відчувають гострий дефіцит практичних інструментів для трансформації [3]. Це протиріччя між зростаючими вимогами ринку та низькою готовністю бізнесу визначає актуальність дослідження.

Аналіз останніх публікацій по проблемі

Концептуальні засади сталого розвитку підприємства активно досліджуються як вітчизняними, так і зарубіжними вченими. Нормативну рамку формують «Порядок денний ООН на 2030 рік» [4], ISO 26000:2010 [5] та методологія GLEC Framework v3.2 [6]. Серед вітчизняних дослідників вагомий внесок здійснили Бондаренко Л.П. та Скоропад І.С. (2024) [3], Яцишина К. та Яцишин Т. (2024) [7], Лівовшко Т. (2022) [8], Пшик Б.І. (2024) [9], Макаренко І.О. (2023) [10]. Глобальні тенденції сталого розвитку та практичне застосування концепції «потрійного критерію» (Triple Bottom Line) досліджують С. Lobo та ін. (2023) [11] та Н. Bui, V. Filimonau (2021) [12]. Водночас роль штучного інтелекту безпосередньо у ESG-трансформації аналізують міжнародні інституції MSCI (2024) [2], Sustainalytics (2024) [13] та World Economic Forum [14].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми

Попри значну теоретичну базу, залишаються малодослідженими механізми забезпечення сталого розвитку підприємств, що перебувають у стані операційної збитковості та глибокої кризи, де кожна екологічна чи соціальна ініціатива має генерувати вимірюваний фінансовий ефект у короткостроковому горизонті. Невирішеним залишається питання практичного застосування штучного інтелекту як каталізатора такої ESG-трансформації: відсутні адаптовані для малого та середнього бізнесу алгоритми, які б поєднували впровадження ШІ-інструментів із досягненням цілей сталого розвитку без значних капіталовкладень, а також відсутня уніфікована методика вимірювання і монетизації такого ефекту.

Формулювання цілей дослідження (постановка завдання)

Метою статті є обґрунтування ролі штучного інтелекту та інноваційних технологій як каталізаторів сталого розвитку підприємства в умовах кризи, розробка практичного алгоритму їх застосування на рівні підприємства та методики оцінювання отриманого економічного ефекту, включно з умовами і межами застосовності запропонованої моделі.

Матеріали та методи

У процесі дослідження застосовано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів пізнання. З групи теоретичних методів використано абстрагування, аналіз і синтез (для структурування впливу полікризи на підприємства), а також індукцію та дедукцію (під час переходу від глобальних концепцій ESG до специфіки управління). Емпіричну базу сформовано методами спостереження та вимірювання фінансових і нефінансових показників на прикладі реального торговельно-транспортного підприємства, а також порівняння підходів міжнародних компаній до оптимізації процесів. Для оцінювання економічного ефекту ESG-ініціатив застосовано метод уникнутих витрат (avoided cost method) та метод прямого зіставлення показників «до» і «після» впровадження ШІ-інструменту, а розрахунок інтегрального ефекту здійснено через показники рентабельності інвестицій (ROI) і терміну окупності. Загальну логіку роботи вибудовано за допомогою методу сходження від абстрактного до конкретного, а для візуалізації запропонованих рішень застосовано метод структурно-логічного моделювання.

Виклад основних результатів та їх обґрунтування

В умовах загострення системних макроекономічних викликів парадигма сталого розвитку еволюціонувала від широкої концепції до базового імперативу функціонування підприємства. Нормативну основу цієї концепції на глобальному рівні закладено у «Порядку денному ООН на 2030 рік», що визначає баланс між економічним зростанням, соціальною інклюзією та екологічною безпекою [4]. На рівні підприємства сталий розвиток набуває управлінських рис: здатність генерувати довгострокову цінність, своєчасно адаптуватися до мінливого середовища та відповідально управляти фінансовим, людським і природним капіталом, мінімізуючи негативні екстерналії. Відповідно до GRI Standards 2021, транспарентність вимагає систематичного розкриття верифікованої інформації щодо впливу операційної та інвестиційної діяльності підприємства на економіку, довкілля і суспільство [15], що дозволяє інвесторам об'єктивно оцінювати реальний внесок компанії.

Аналіз літератури засвідчує варіативність трактувань поняття «сталий розвиток підприємства»: від інтеграції E, S, G у єдину систему управління [3] до розгляду ESG як інструменту нефінансового ризик-менеджменту [8] та підвищення інвестиційної привабливості [10]. Попри відмінності в акцентах, усі підходи об'єднують спільна логіка: сталий розвиток підприємства є системою вимірюваних показників реального впливу на довкілля, суспільство та якість управління, а не декларативним елементом корпоративної комунікації.

Концептуальним каркасом та операційним інструментом забезпечення сталого розвитку на рівні бізнесу є концепція «потрійного критерію» (Triple Bottom Line – TBL), вперше сформульована Дж. Елкінгтоном, що структурує результативність підприємства за трьома рівноцінними складовими – економічною, соціальною та екологічною. Синергетична інтеграція цих складових дозволяє трансформувати сталий розвиток з декларативного ідеалу в дієвий вимірюваний інструмент стратегічного менеджменту [11]. Основні складові, їхній зміст, ключові індикатори оцінювання та зв'язок із Цілями сталого розвитку ООН систематизовано у таблиці 1.

Таблиця 1. Основні складові сталого розвитку підприємства

Складова	Зміст	Ключові показники	Зв'язок із ЦСР ООН
Економічна (Profit)	Фінансова стійкість, стабільні грошові потоки, оптимізація витрат, створення доданої вартості; робочі місця, сплата податків, локальні інновації	ROI; EBITDA-маржа; поточна ліквідність; коефіцієнт фінансової автономії	ЦСР 8, 9, 17
Соціальна (People)	Відповідальність перед персоналом, партнерами у ланцюгах постачання та громадами; безпека праці, гендерна рівність, розвиток людського капіталу [5]	LTIFR; плинність персоналу, %; NPS-індекс; співвідношення з/п до медіани галузі	ЦСР 3, 5, 8, 10
Екологічна (Planet)	Мінімізація впливу на довкілля; облік і скорочення викидів парникових газів за GLEC Framework [6] та GHG Protocol; циркулярна економіка, поводження з відходами [12]	CO ₂ e Scope 1/2/3, т/рік; енергоємність; частка відходів на переробку	ЦСР 12, 13, 15

Джерело: складено авторами за матеріалами [4-6, 12, 15-17]

Наведені складові є взаємодіювальними: зниження витрат на паливо через оптимізацію маршрутів одночасно покращує економічний результат, скорочує викиди CO₂e та знижує навантаження на водіїв. Фінансова стійкість залишається базисом, оскільки без неї відсутні ресурси для реалізації інших вимірів сталого розвитку. Соціальна складова відображає рівень відповідальності підприємства перед працівниками, партнерами та громадами і безпосередньо корелює зі зниженням кадрових і репутаційних ризиків [5]. Екологічна складова дедалі частіше розглядається не як нормативний тиск держави, а як фактор довгострокової ринкової конкурентоспроможності компанії [12].

Реалізація принципів сталого розвитку на практиці суттєво ускладнюється безпрецедентною макроекономічною турбулентністю: перехід від ізольованих циклічних спадів до стану перманентної нестабільності отримав у науковій літературі назву «полікриза» (polycrisis) – стан, за якого наслідки різних криз накладаються одна на одну, а сукупний деструктивний ефект перевищує суму окремих частин [16, 18]. Для підприємств сучасна полікриза є результатом нашарування трьох хвиль: постпандемічної інфляції та жорсткості монетарної політики [17]; геополітичних конфліктів, що зруйнували усталену архітектуру енергетичної та продовольчої безпеки; і кліматичної кризи, яка посилює екологічне регулювання та вуглецеві механізми на кшталт CBAM [19]. Наслідком є фрагментація ланцюгів постачання, подорожчання капіталу через жорсткий ESG-скринінг з боку кредиторів [21] та кадровий голод, спричинений міграційними процесами. Особливо гостро це відчуває малий і середній бізнес (МСБ): за даними ОЕСР, саме суб'єкти МСБ формують найбільшу частку компаній, що опинилися на межі банкрутства у 2022–2024 рр. [20], оскільки не володіють фінансовими подушками безпеки транснаціональних корпорацій і не можуть компенсувати зростання витрат підвищенням цін через високу цінову еластичність попиту.

Для практичного застосування III-інструментів у кризовому управлінні кризові явища доцільно систематизувати не лише за характером виникнення, а й у прив'язці до ESG-виміру, на який вони найбільше тиснуть, та до відповідного класу технологічних рішень. Така систематизація для МСБ транспортно-торгового сектору наведена у таблиці 2.

Масштаб цих явищ для вітчизняного бізнесу підтверджується кількісними даними. За даними Європейського банку реконструкції та розвитку (2025), у 47% малих та середніх підприємств в Україні у 2024 році знизився прибуток (середнє падіння – 38%), а 41% МСБ скоротили чисельність персоналу в середньому на чверть [23]. Паралельно, за 2024 рік в Україні закрили майже 210 тисяч фізичних осіб-підприємців, що на 32% більше порівняно з 2023 роком і є найвищим показником за останні 5 років [24]; інтегральна оцінка Індексу настроїв малого бізнесу ЄБА (2025) знизилася до 2,3 бала з 5 можливих, а частка МСБ із планами розширення скоротилася з 79% до 67% [25]. На тлі цих процесів цифровізація набуває характеру інструменту виживання: за опитуванням Kyivstar Business Hub (2024), близько 70% компаній активно використовують хмарні рішення, однак кожна п'ята організація поки не працює з сучасними технологіями [26]. Аналіз пріоритетних напрямів використання технологій (рис. 1) свідчить про домінування маркетингу та продажів (26%), аналізу даних і звітності (23%) та документообігу (19%), тоді як кадровий облік (6%) і корпоративне навчання (10%) залишаються найменш охопленими цифровізацією внутрішнього людського капіталу.

Таблиця 2. Основні види криз для МСБ транспортно-торгового сектору:
зв'язок з ESG-виміром та III-відповіддю

Вид кризи	Ключові прояви для МСБ транспортно-торгового сектору	Дотичний ESG-вимір	Технологічна відповідь (III)
Фінансово-операційна	Дефіцит ліквідності, зростання вартості боргу, перебої постачання, дефіцит кадрів (водії кат. С/СЕ) [21]	E, S, G	Предиктивна аналітика витрат і попиту; цифровий облік запасів
Геополітична / воєнна	Блокування маршрутів, зростання страхових ставок на перевезення, руйнування логістичної інфраструктури [17]	S, G	Телематика та динамічна маршрутизація
Екологічна / регуляторна	Вимоги СВAM та Еуро 6+, штрафи за неналежне поводження з авто-хімікатами й АКБ [19]	E, G	SaaS ESG-платформи; автоматичний облік CO ₂ e (GLEC)
Технологічна / репутаційна	Застаріла IT-інфраструктура, вразливість до кібератак, судові позови споживачів щодо якості	G, S	TMS/WMS; CRM-облік скарг і повернень

Джерело: складено авторами за матеріалами [17, 19-21]

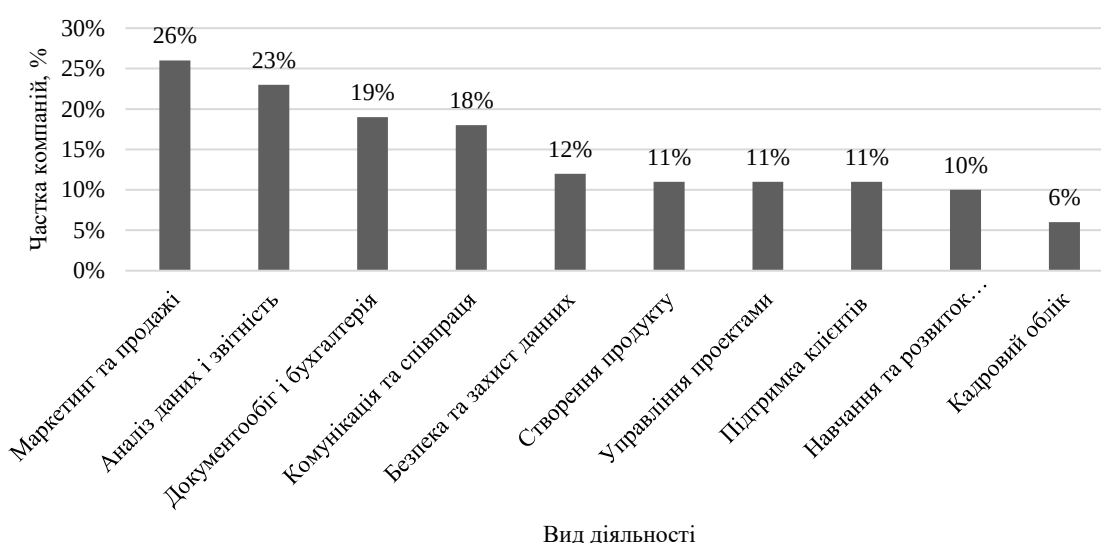


Рисунок 1. Пріоритетні напрями впровадження технологічних рішень в українському бізнесі (2024 р.)

Джерело: складено авторами за матеріалами [26]

Отже, цифровий розрив між тими, хто вже трансформується, і тими, хто залишається поза технологічним прогресом, стає одним із ключових факторів диференціації виживання МСБ в умовах воєнної кризи. За таких умов традиційні фінансові резерви та екстенсивне нарощування буферів безпеки є недосяжними для більшості підприємств, що зумовлює перехід до принципово інших – інтенсивних, маловитратних – механізмів антикризового управління, у центрі яких перебуває концепція організаційної стійкості (resilience): здатність підприємства не просто абсорбувати зовнішні шоки, а швидко трансформувати бізнес-модель з мінімальними фінансовими втратами [22].

Ключовим фактором формування такої стійкості є інновації та глибока цифровізація. Оцифрування ланцюгів постачання, впровадження ERP-систем та хмарних технологій забезпечують безпрецедентну прозорість операційної діяльності, дозволяючи менеджменту виявляти неефективність та оптимізувати витрати в режимі реального часу, забезпечуючи «розумну оптимізацію» замість скорочення персоналу чи погіршення якості продукції [18]. Вершиною цих механізмів є штучний інтелект: розвиток хмарних обчислень та моделі SaaS докорінно демократизували технології – готові алгоритми машинного зору, предиктивної аналітики та обробки природної мови стали фінансово доступними для малого та середнього бізнесу [22].

Для збиткового МСБ штучний інтелект перетворився з іміджевої інновації на критичний інструмент виживання: він компенсує кадровий голод шляхом автоматизації рутинних процесів, знижує транзакційні витрати та мінімізує вплив людського фактора. За даними Міжнародного транспортного форуму (ITF), навіть базові III-алгоритми маршрутизації та телематики дозволяють підприємствам не лише адаптуватися до волатильності цін на паливе, а й підвищити операційну ефективність в умовах дефіциту ресурсів [14]. Головна цінність III для сталого розвитку полягає у здатності працювати з неструктурованими масивами даних: алгоритми автоматично збирають дані з IoT-датчиків, CRM-систем

та фінансових проводок, трансформуючи їх у чіткі ESG-метрики без залучення дорогих зовнішніх консультантів. За даними MSCI, підприємства, що інтегрують ШІ-інструменти у бізнес-процеси, демонструють вищу стійкість до шоків і нижчу волатильність фінансових результатів завдяки кращому контролю нефінансових ризиків [2].

Сталий розвиток підприємства є не декларацією намірів, а системою вимірюваних показників. Щоб показати, як саме кризові тиски, ESG-компоненти сталого розвитку та інструменти штучного інтелекту утворюють єдиний контур управління підприємством в умовах кризи, на рис. 2 наведено інтегровану структурну модель, яка поєднує систематизацію криз з ESG-компонентами та відповідними ШІ-рішеннями.

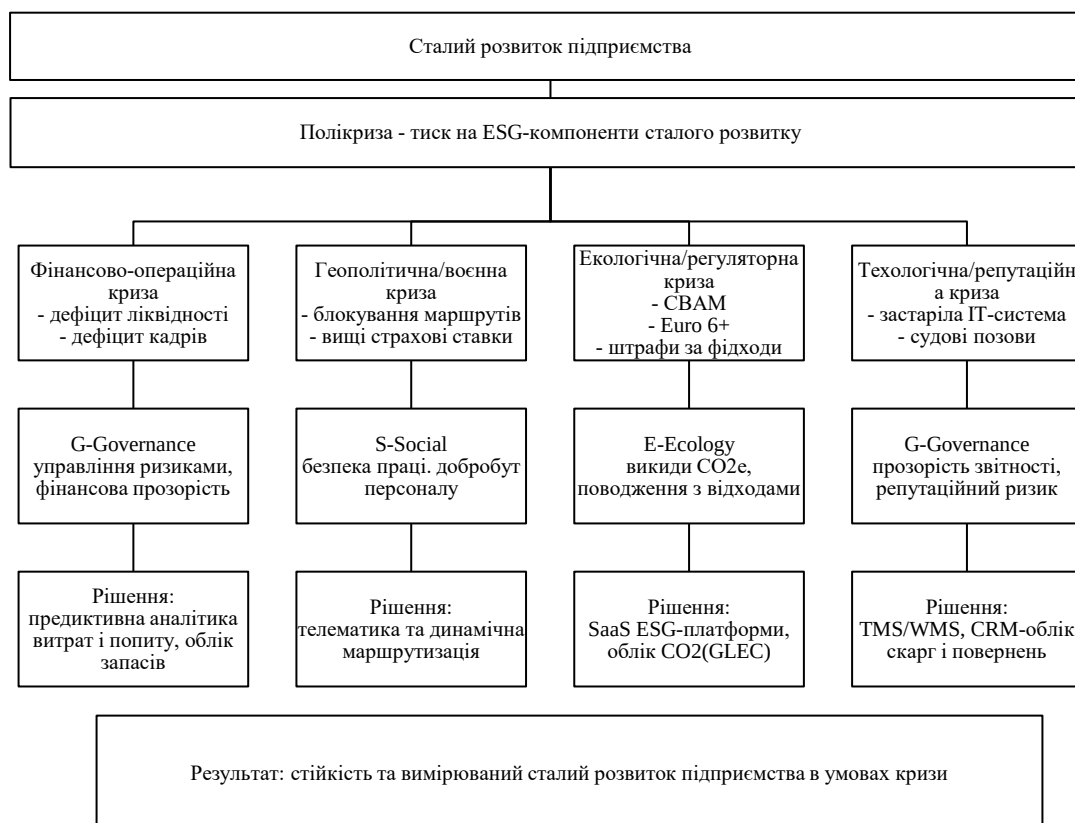


Рисунок 2. Інтегрована структурна модель сталого розвитку підприємства в умовах кризи: полікриза → ESG-компоненти → інструменти ШІ

Джерело: складено авторами за матеріалами [3, 6, 15, 18]

Наведена модель унаочнює ключову тезу: штучний інтелект виступає інструментальним шаром, що дозволяє кожному ESG-компоненту протистояти відповідному типу кризи. Характер інтеграції ESG-ініціатив суттєво різниться залежно від зовнішніх умов функціонування підприємства. У стабільних умовах горизонт планування сталого розвитку охоплює 5-10 років, пріоритетом є формування репутації та інвестиційної привабливості через реалізацію капіталомістких проєктів, що фінансуються переважно власним капіталом або ESG-облігаціями, а роль ШІ зводиться до оптимізації вже налагоджених бізнес-процесів. Натомість в умовах кризи парадигма сталого розвитку трансформується з декларативної у прагматичну: горизонт планування звужується до 1-3 років, ключовими цілями стають оперативне зниження витрат та мінімізація ризиків, критерій відбору ініціатив зміщується на отримання швидкого прямого фінансового ефекту при збереженні базової відповідності нормативним вимогам, а джерелом фінансування стає спеціалізоване «зелене» кредитування від міжнародних фінансових інституцій (ЄБРР, IFC). У цьому контексті ШІ виступає справжнім «демократизатором» трансформації: він ефективно замінює послуги дорогих зовнішніх консультантів, забезпечуючи доступність ESG-інструментів навіть для збиткових підприємств [3, 6, 7]. Конкретні канали, якими ШІ-інструменти сприяють досягненню ESG-цілей, систематизовано у таблиці 3.

Таблиця 3 засвідчує, що жоден ШІ-інструмент не є монофункціональним: кожен генерує ефекти одночасно у двох або трьох ESG-компонентах. Це і є «ESG-синергія» як головний аргумент на користь ШІ в умовах кризи: одна інвестиція дає ефект у кількох вимірах. Для підтвердження концепції «подвійного дивіденду» – одночасного зниження операційних витрат та покращення ESG-показників – проведено порівняльний аналіз провідних компаній, систематизований у таблиці 4.

Таблиця 3. Матриця застосування ІІІ-інструментів для досягнення ESG-цілей підприємства

ІІІ-інструмент	E (Ecology)	S (Social)	G (Governance)
TMS (Transport Management System)	Оптимізація маршрутів → -15% CO ₂ e	Безпечні маршрути для водіїв	Прозорий облік витрат на транспорт
Телематика	Моніторинг пального → -8...-12%	Стиль водія, втома, LTIFR ↓	Верифіковані дані для ESG-звіту
Предиктивна аналітика	Прогноз відходів, скорочення списань	Планування персоналу, попит на навчання	Ризик-менеджмент, аномалії у закупівлях
SaaS ESG-платформи	Автоматичний GLEC-розрахунок CO ₂ e	HR-аналітика плинності кадрів	Автоматизована звітність (GRI)

Джерело: складено авторами за матеріалами [2, 6, 14]

Таблиця 4. Порівняльний аналіз застосування ІІІ для ESG-трансформації транспортно-торгових компаній в умовах криз

Компанія	ІІІ-система	ESG-ефект	Фінансовий ефект	Ланцюг: криза → ІІІ → ESG → фінанси
DHL Group	GoGreen Dashboard; e-транспорт (+68,8% парку)	Scope 3 GHG: -23,7% (2021–2023)	Sustainability-linked bond €500 млн (2023)	Падіння відправлень → е-флот і SAF → GLEC/ISO 14083-звітність → ESG-облігація
Maersk	StarConnect — ІІІ-платформа управління флотом	-4% вуглецеємності (EEOI) до 2020 р.; 101 тис. т пального заощаджено	Валідація SBTi (перша в галузі); Green Financing Framework	Кліматична криза → регуляторний тиск IMO/EU ETS → ІІІ-оптимізація флоту → доступ до зеленого капіталу
UPS ORION	Алгоритм маршрутизації для 55 000+ маршрутів	Скорочення CO ₂ e; зниження LTIFR	Багатомільйонна економія палива	Зростання e-comm → навантаження на логістику → ORION → менше витрат і викидів

Джерело: власна розробка авторів

Таблиця 4 підтверджує закономірність: ланцюжок «криза → ІІІ-рішення → ESG-ефект → фінансовий результат» є відтворюваним у різних галузях та типах кризи. Згідно з дослідженнями ITF, цифрова трансформація є ключовим механізмом скорочення викидів вантажного транспорту: сценарій цифрової трансформації передбачає зниження викидів автомобільного вантажного сектору на 19% нижче базового рівня до 2050 року при економії витрат до 1,5 трлн дол. США до 2030 року [14].

Перехід до українського контексту виявляє значний розрив між потенціалом і реальністю. Бондаренко Л.П. та Скоропад І.С. (2024) наводять дані про бар'єри впровадження ESG: 88% підприємств вказують на низький рівень ESG-продуктів, 46% – на відсутність вичерпних даних при плануванні [3]. У транспортному секторі ситуація особливо гостра: вантажні перевезення формують близько 8% глобальних викидів CO₂e, а за відсутності цілеспрямованих заходів цей показник до 2050 р. може подвоїтись [14]. Лівощко Т. (2022) наголошує, що моніторинг за ESG-принципами безпосередньо впливає на конкурентоспроможність через управління нефінансовими ризиками [8]. Дослідження MSCI ESG Research на вибірці понад 13 000 компаній (2012–2024 рр.) підтверджує: компанії з вищими ESG-рейтингами демонструють статистично значущо нижчу варіативність виручки та більш стабільні грошові потоки порівняно з аналогами з нижчими рейтингами [2].

Практичне підтвердження запропонованого підходу надає досвід торговельно-транспортного підприємства Одеського регіону – суб'єкта малого бізнесу з диверсифікованою моделлю: роздрібна торгівля автодеталлями (основний вид), продуктами харчування та вантажні перевезення, автопарк 3 легких та 3 середньотоннажних ТЗ, 10 осіб персоналу. Фінансова динаміка 2020–2025 рр. характеризується критичним погіршенням: виручка скоротилась з 15,5 млн грн до 6,9 млн грн (-55%), чистий збиток у 2024–2025 рр. становив -726 700 та -709 900 грн відповідно, з прогнозованим продовженням спаду до 5,6 млн грн у 2026 р. В умовах збитковості підприємство впровадило 7 ESG-ініціатив із застосуванням доступних ІІІ-інструментів.

Оцінювання економічного ефекту ESG-ініціатив здійснювалося за уніфікованою п'ятикроковою процедурою, застосовною до кожної з 7 ініціатив підприємства.

Крок 1. Базове вимірювання (baseline) – фіксація значення показника «до» впровадження (обсяг штрафів за рік, витрати на пальне, кількість справ за скаргами тощо) на основі облікових і звітних даних підприємства за попередній період.

Крок 2. Впровадження III/цифрового інструменту – інтеграція відповідного рішення (TMS, телематика, SaaS ESG-платформа, цифровий журнал) відповідно до профілю ініціативи.

Крок 3. Повторне вимірювання (post-treatment) – фіксація значення того самого показника після впровадження протягом контрольного періоду (як правило, 6-12 місяців).

Крок 4. Монетизація ефекту – переведення фізичного чи нефінансового результату в грошовий вимір одним із трьох способів залежно від природи ефекту:

а) метод прямої економії – для показників з прямим грошовим виразом (наприклад, економія палива від оптимізації маршрутів: різниця витрат «до» і «після», помножена на річний обсяг споживання);

б) метод уникнутих витрат (avoided cost method) – для ризик-орієнтованих ініціатив, де ефект полягає у ненастанні негативної події (штрафу, судового позову, виробничого інциденту): очікувана вартість події множиться на оцінену частоту її настання за попередній період і приймається як уникнутий річний ефект;

в) метод доходного ефекту – для ініціатив, що відкривають доступ до нових контрактів чи фінансування (ESG-тендери, «зелене» кредитування): оцінюється додатковий дохід чи знижена вартість капіталу, зумовлена підтвердженою ESG-відповідністю.

Крок 5. Агрегування та розрахунок інтегральних показників – сумарний річний ефект від усіх ініціатив зіставляється із сукупними витратами на їх впровадження (ліцензії SaaS, консультаційні послуги, навчання персоналу) для розрахунку показників рентабельності інвестицій та терміну окупності за формулами:

$$ROI = \frac{\text{Сукупний річний ефект} - \text{Витрати на впровадження}}{\text{Витрати на впровадження}} \times 100,$$

$$\text{Термін окупності} = \frac{\text{Витрати на впровадження}}{\text{Сукупний річний ефект} / 12}.$$

Розбивку ефекту по кожній із 7 ініціатив за описаною методикою наведено у таблиці 5.

Таблиця 5. Ефект від реалізації ESG-ініціатив із застосуванням III-інструментів (торговельно-транспортне підприємство Одеського регіону)

Ініціатива	III-інструмент	Показник «до»	Показник «після»	Метод оцінювання	Річний ефект, грн
E-1: Облік CO ₂ e	Excel-модель GLEC / SaaS	Не вимірюється	15–50 т CO ₂ e/рік зафіксовано	Доходний ефект	30 000–80 000
E-2: Прийом авто-відходів	CRM-облік прийому	Штрафи ~10–30 тис./рік	0 штрафів	Пряма економія	10 000–30 000
E-3: Оптимізація маршрутів	TMS / безкоштовні алгоритми	Базове споживання пального	-10...-15% пального	Пряма економія	44 000–124 000
S-1: Безпека праці	Журнал near-miss	LTIFR: не вимірюється	LTIFR ціль < 5,0	Уникнуті витрати	50 000–125 000
S-2: Якість товарів	CRM-облік скарг	~5 справ/рік	0 нових справ	Уникнуті витрати	75 000–125 000
G-1: Кодекс ділової етики	Юридичний консультант	Відсутній	Затверджено	Якісний (передумова тендерів)	—
G-2: ESG-звіт	GRI-шаблон / SaaS	Відсутній	Публікація за 2025 р.	Доходний ефект	30 000–80 000
ВСЬОГО	—	—	—	ROI 469–536%	159 000–358 750

Джерело: власна розробка авторів

Фінансовий ефект ініціативи S-1 розраховано на основі середніх витрат на врегулювання одного виробничого інциденту (адміністративний штраф 15 000–20 000 грн + виплати за лікарняним 10 000–25 000 грн + судові витрати за позовом працівника 25 000–80 000 грн) за оціночної частоти 1–2 інциденти на рік; ефект S-2 – на основі середньої вартості одного адміністративного провадження за якістю товарів (штраф за ЗУ «Про захист прав споживачів» 10 000–15 000 грн + гонорар юриста 5 000–20 000 грн + адміністративні витрати 2 000–5 000 грн) за поточної інтенсивності ~5 справ/рік. Діапазон ефекту ініціативи E-3 відображає два сценарії операційної активності: мінімальний – 3–4 активних ТЗ, річні витрати на паливо ~440 000 грн, економія 10% = 44 000 грн; максимальний – 5–6 активних ТЗ при повному завантаженні, річні витрати ~826 000 грн, економія 15% = 124 000 грн.

Сукупні витрати на впровадження всіх 7 ініціатив (SaaS-підписки, консультації, навчання персоналу) становили 25 000–63 000 грн, що за формулами, наведеними вище, при сукупному ефекті 159 000–358 750 грн/рік дає ROI 469–536% та термін окупності близько 2 місяців. Це підтверджує принцип «подвійного

дивіденду» на рівні малого підприємства: кожна ініціатива одночасно покращує нефінансові показники та генерує вимірюваний фінансовий ефект, а сукупний ефект покриває 22–49% поточного чистого збитку (–726 700 грн у 2024 р.), формуючи реалістичний шлях до беззбитковості у 2027–2028 рр.

Узагальнюючи теоретичний аналіз, практичний досвід та описану методику оцінювання, розроблено алгоритм ESG-трансформації підприємства в умовах кризи, що структурує дії у три послідовні етапи (рис. 3) і реалізує логіку «вимірювати → оптимізувати → монетизувати», враховуючи обмеженість ресурсів МСБ в умовах збитковості. Кожен наступний етап можливий лише після завершення попереднього: неможливо оптимізувати те, що не вимірюється, і неможливо монетизувати те, що не підтверджене верифікованими даними.

Послідовність етапів має жорсткий логічний зв'язок: перехід на наступний етап можливий лише після виконання критерію «готовності виходу» попереднього. Критерієм переходу від Етапу 1 до Етапу 2 є наявність верифікованих базових даних щонайменше за один звітний період (облік CO₂e, LTIFR, автовідходів) – без цього неможливо коректно виміряти ефект оптимізації. Критерієм переходу від Етапу 2 до Етапу 3 є документально підтверджене досягнення позитивного економічного ефекту (зниження витрат на паливо, скорочення штрафів), яке можна відобразити у нефінансовому звіті. Ключовою перевагою є мінімально витратна архітектура першого етапу: підприємство починає трансформацію без капіталовкладень, використовуючи Excel-моделі та безкоштовні хмарні інструменти, що знижує вхідний бар'єр для збиткового МСБ. Очікувана тривалість повного циклу становить 18–36 місяців, а результатом є не лише беззбитковість, а й підтверджена ESG-зрілість 2-го рівня та доступ до «зеленого» фінансування.

Запропонована модель має низку обмежень, які визначають межі коректної інтерпретації й застосування отриманих результатів. По-перше, емпірична верифікація виконана на одному кейсі – торговельно-транспортному підприємстві Одеського регіону, тому наведені кількісні діапазони (ROI 469–536%, окупність ~2 місяці) є ілюстративними, а не статистично узагальнюваними: для підприємств іншого галузевого профілю, масштабу автопарку чи регіону конкретні значення потребують перерахунку за описаною методикою на власних даних.

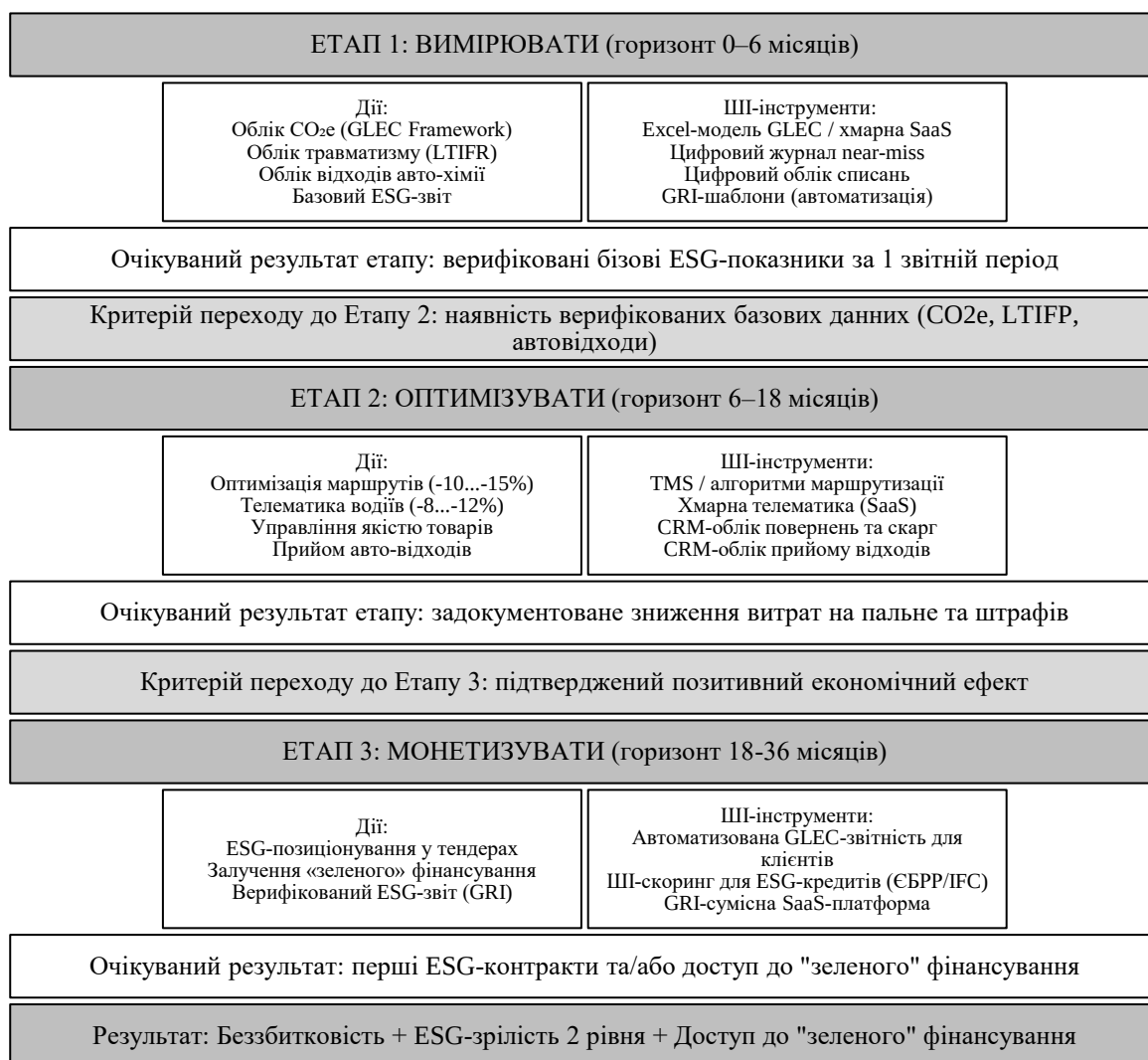


Рисунок 3. Алгоритм ESG-трансформації підприємства в умовах кризи

Джерело: власна розробка авторів

Також, застосування алгоритму передбачає мінімальну цифрову готовність підприємства – наявність хоча б базового обліку операційних показників (продажів, палива, скарг); за повної відсутності облікових даних Етапу 1 має передувати підготовча фаза формування первинної системи обліку, що подовжує загальний цикл трансформації. Оцінки за методом уникнутих витрат спираються на середньоринкові тарифи (розміри штрафів, вартість юридичних послуг) та історичну частоту інцидентів, які змінюються під впливом інфляції, курсових коливань і регуляторних змін; рекомендується щорічна калібрація базових параметрів моделі.

Воєнні та макроекономічні умови в Україні (девальвація гривні, волатильність цін на паливо) знижують часову зіставність грошових показників; для довгострокового моніторингу доцільно паралельно відстежувати ефект у фізичних одиницях (літри пального, тонни CO₂e) або в іноземній валюті.

Модель найбільш релевантна для підприємств транспортно-логістичного та торговельного профілю, де оптимізація маршрутів і телематика дають прямий вимірюваний ефект; для підприємств інших секторів (виробництво, послуги) склад III-інструментів і перелік індикаторів у таблицях 1–3 потребує галузевої адаптації.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Проведене дослідження засвідчує, що сталий розвиток підприємства в умовах кризи набуває принципово нового, прагматичного формату: кожна ESG-ініціатива обґрунтовується прямим фінансовим ефектом, а не лише іміджевою або регуляторною доцільністю. Систематизація складових сталого розвитку та класифікація кризових явищ у прив'язці до ESG-виміру й технологічної відповіді підтверджують, що ESG є операційним інструментом вимірювання та управління сталим розвитком підприємства, а не декларативною категорією.

Порівняльний аналіз міжнародних компаній (таблиця 4) підтвердив концепцію «подвійного дивіденду»: ланцюжок «криза → III-рішення → ESG-ефект → фінансовий результат» є відтворюваним у різних галузях. DHL залучила €500 млн через ESG-облігації завдяки декарбонізації логістики, Maersk першою в галузі валідувала кліматичні цілі SBTi завдяки III-управлінню флотом, а UPS досягла багатомільйонної кумулятивної економії на паливі завдяки алгоритмам ORION – усе це через використання конкретних III-систем в умовах операційних криз.

Кількісна діагностика українського контексту виявляє системні бар'єри: 88% підприємств не мають ESG-продуктів, 46% відчувають дефіцит даних [3]. Штучний інтелект усуває обидва бар'єри одночасно – автоматизуючи збір даних та знижуючи вартість ESG-інструментів до рівня, доступного для збиткового МСБ.

Розроблена методика оцінювання ефекту («вимірювати → монетизувати») та детальна розбивка по 7 ініціативах торговельно-транспортного підприємства (таблиця 5) кількісно підтверджують масштабованість підходу: сукупний ефект 159 000–358 750 грн/рік при витратах 25 000–63 000 грн забезпечує ROI 469–536% і термін окупності ~2 місяці, покриваючи 22–49% чистого збитку. Розроблений тристадійний алгоритм «вимірювати → оптимізувати → монетизувати» (рис. 3) є масштабованим, проте його застосування обмежується умовами, окресленими вище, – насамперед мінімальною цифровою готовністю підприємства та галузевою специфікою транспортно-торгового профілю.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на кількісну оцінку впливу рівня ESG-зрілості на вартість залучення капіталу для вітчизняних підприємств та розробку галузевих модифікацій запропонованої методики для виробничого і сервісного секторів.

Abstract

The article examines the problem of ensuring sustainable development of enterprises under crisis conditions and substantiates the role of artificial intelligence (AI) and innovative technologies as instruments for increasing business resilience. The relevance of the research is determined by the growing impact of the global polycrisis, which combines economic instability, geopolitical conflicts and climate-related regulatory pressure. Traditional crisis-management approaches based mainly on cost reduction are insufficient to ensure long-term competitiveness and operational stability, making the integration of sustainable development principles and digital technologies a strategic prerequisite for adaptation and recovery.

The purpose of the article is to substantiate the role of artificial intelligence and innovative technologies in ensuring sustainable development of enterprises under crisis conditions and to develop a practical algorithm for their application, together with a methodology for assessing the resulting economic effect and the conditions of its applicability. The methodological basis of the research includes general scientific and special methods, such as analysis and synthesis, comparison, induction and deduction, structural and logical modelling, observation, measurement of financial and non-financial indicators, the avoided-cost method, and the calculation of ROI and payback period. The empirical basis of the study includes the analysis of international companies' practices and a case study of a trade and transport enterprise in the Odesa region.

The results of the research demonstrate that artificial intelligence can serve as a catalyst for ESG transformation by integrating environmental, social and governance objectives into operational management processes. An integrated structural model linking polycrisis phenomena, ESG components and AI tools is proposed, together

with a three-stage algorithm "measure → optimize → monetize" that enables gradual implementation of digital solutions with limited financial resources. A dedicated methodology combining direct-savings, avoided-cost and revenue-effect approaches allows the economic effect of individual AI-based initiatives to be quantified and aggregated into ROI and payback-period indicators.

The practical analysis, based on seven ESG initiatives of a small trade and transport enterprise, confirms the possibility of a synergistic effect from AI-based ESG initiatives through simultaneous reduction of operating costs, improvement of resource efficiency and reduction of non-financial risks: a cumulative annual effect of UAH 159,000–358,750, an ROI of 469–536% and a payback period of about two months, covering 22–49% of the enterprise's net loss. The applicability of the proposed model is bounded by single-case validation, the enterprise's minimal digital readiness, the volatility of Ukraine's wartime macroeconomic environment, and the sector-specific composition of AI tools, which requires adaptation for enterprises outside the transport and trade profile.

The conclusions emphasize that artificial intelligence should be considered not only as a technological innovation but also as a strategic management tool that strengthens enterprise resilience, supports ESG integration and creates conditions for sustainable development in an unstable economic environment. Further research should focus on developing sector-specific AI models for ESG monitoring and quantitative assessment of the relationship between ESG maturity, financial stability and investment attractiveness of enterprises.

References:

1. Lagodiienko, O. V. (2022). Application of ESG principles in the work of enterprises: Prospects and implementation. *Black Sea Economic Studies*, (77), 39–44. <https://doi.org/10.32782/bses.77-6>
2. Ishihara, Y. (2025). Insights on MSCI ESG ratings and business performance. MSCI ESG Research. <https://www.msci.com/research-and-insights/paper/insights-on-msci-esg-ratings-and-business-performance>
3. Bondarenko, L. P., & Skoropad, I. S. (2024). Current trends in ESG activities of companies in Ukraine and the world. *Economy and Society*, (66), 180–187. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-62>
4. United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
5. International Organization for Standardization. (2010). Guidance on social responsibility (ISO 26000:2010). <https://www.iso.org/standard/42546.html>
6. Smart Freight Centre. (2025). GLEC framework for logistics emissions accounting and reporting (Version 3.2). <https://www.smartfreightcentre.org/en/our-programs/emissions-accounting/global-logistics-emissions-council/calculate-report-glec-framework/>
7. Yatsishyna, K., & Yatsishyn, T. (2024). Assessment of the readiness of Ukrainian enterprises to take into account ESG factors when planning business strategies. *Bulletin of Khmelnytsky National University*, (24), 9–13. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-332-1>
8. Livoshko, T. (2022). Monitoring according to ESG principles and its impact on competitiveness. *Bulletin of Khmelnytsky National University*, (5), 158–164. [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-310-5\(1\)-26](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-310-5(1)-26)
9. Pshyk, B. I. (2024). Some aspects of monitoring ESG activity of enterprises. *Agrosvit*, (14), 12–20. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.14.12>
10. Makarenko, I. O. (2023). Incorporation of ESG criteria into the activities of companies in the context of their investment screening. *Economics, Management and Administration*, (2), 86–93. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_econ_2023_2_15
11. Lobo, C., Pietrovito, E., & Silva, A. (2023). Triple bottom line, sustainability, and economic development: What binds them together? A bibliometric approach. *Sustainability*, 15(8), Article 6706. <https://doi.org/10.3390/su15086706>
12. Bui, H. T., & Filimonau, V. (2021). A recipe for sustainable development: Assessing the triple bottom line in contemporary business projects. *Journal of Cleaner Production*, 296, Article 126581. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126581>
13. Sustainalytics. (2024). ESG risk ratings and ESG risk smart score. <https://www.sustainalytics.com/investor-solutions/esg-research/esg-risk-smart-score>
14. World Economic Forum. (2026). Intelligent transport, greener future: AI as a catalyst to decarbonize global logistics. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Intelligent_Transport_Greener_Future_2025.pdf
15. Global Reporting Initiative. (2021). GRI 1: Foundation 2021. <https://www.globalreporting.org/publications/documents/english/gri-1-foundation-2021/>
16. World Economic Forum. (2023). The global risks report 2023 (18th ed.). https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf
17. International Monetary Fund. (2023). World economic outlook: Navigating global divergences. <https://doi.org/10.5089/9798400235801.081>

18. Di Vaio, A., Hassan, R., & Palladino, R. (2024). Artificial intelligence and sustainable business models in the polycrisis era: Challenges and opportunities for digital transformation. *Technological Forecasting and Social Change*, 199, Article 123041. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123041>
19. European Parliament and Council of the European Union. (2023). Regulation (EU) 2023/956 establishing a carbon border adjustment mechanism. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj/eng>
20. OECD. (2023). *SME and entrepreneurship outlook 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/342b8564-en>
21. World Bank Group. (2024). *Global economic prospects*, January 2024. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-2017-5>
22. Gupta, S., Bose, I., & Shi, Y. (2023). Artificial intelligence for SME crisis resilience: A dynamic capability perspective. *Journal of Business Research*, 160, Article 113795. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113795>
23. European Bank for Reconstruction and Development. (2025). Study of the impact of the war on small and medium-sized businesses in Ukraine in 2024. <https://forbes.ua/news/u-polovini-malikh-i-serednikh-kompaniy-pributok-za-2024-rik-vpav-na-38-ebrr-doslidiv-yak-msp-perezhivayut-viynu-21072025-31407>
24. YouControl.Market. (2025). In 2024, Ukrainians closed a record number of individual entrepreneurs in 5 years – almost 210 thousand. <https://blog.youcontrol.market/u-2024-ukrayintsi-zakrili-riekordnu-za-5-rokiv-kilkist-fopiv-maizhie-210-tisiach/>
25. European Business Association. (2025). Small business sentiment index: Analytical report. <https://eba.com.ua/index-nastroyiv-malogo-biznesu-otsinky-ta-ochikuvannya-pidpryyemstv/>
26. Kyivstar Business Hub. (2024). Survey on the level of digitalization of Ukrainian business under martial law. Kyivstar. <https://hub.kyivstar.ua/>

Посилання на статтю:

Продіус О.І. Сталій розвиток підприємства в умовах кризи: роль штучного інтелекту та інноваційних технологій / О.І. Продіус, Д.В. Щербина // *Економічний журнал Одеського політехнічного університету*. – 2026. – № 3 (37). – С. 100-110. – Режим доступу: <https://ejop.economics.net.ua/ejopu/2026/No3/100.pdf>. <https://doi.org/10.15276/EJ.03.2026.10>. <https://zenodo.org/records/23243582>.

Reference a Journal Article:

Prodius O.I. Sustainable Development of an Enterprise in Times of Crisis: The Role of Artificial Intelligence and Innovative Technologies / O.I. Prodius, D.V. Shcherbyna // *Economic journal Odessa polytechnic university*. – 2026. – № 3 (37). – P. 100-110. – Retrieved from: <https://ejop.economics.net.ua/ejopu/2026/No3/100.pdf>. <https://doi.org/10.15276/EJ.03.2026.10>. <https://zenodo.org/records/23243582>.



This is an open access journal and all published articles are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0)