

УДК 504:330.341.1:330.342.3

ECOLOGICAL INNOVATIONS AS A DRIVER OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN BUSINESS

ЕКОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ ЯК ДРАЙВЕР СТАЛОГО РОЗВИТКУ В БІЗНЕСІ

Zabarna E.M. / Забарна Е.М.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2659-5909>**Chernenko E.U. / Черненко Є.Ю.***s.e.s., as.prof. / к.е.н., доц.*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8442-0250>**Cherepanova N.O. / Черепанова Н.О.***senior lecturer / старший викладач*ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1631-8884>*Odesa Polytechnic National University, Odessa, Shevchenko Avenue, 2, 65044**Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, пр-т Шевченка, 1, 65044*

Анотація. В роботі надано визначення екологічних інновацій та представлено їх основні риси. Доведено, що екологічні інновації можуть стати основою для створення нових ринків і бізнес-моделей. Показано, що особливе місце в екоінноваціях посідають цифрові інструменти комунікацій, зокрема і технології штучного інтелекту, якій стає ключовим інструментом завдяки можливості аналізувати великі дані, прогнозувати наслідки та оптимізувати управлінські рішення. Виокремлено основні напрями його застосування. Систематизовано досвід економічно розвинених країн у застосування штучного інтелекту в екологічних інноваціях. Запропоновано напрямки використання фінансових важелів державних структур і залучення наукових установ до процесу підтримки та впровадження екологічних ініціатив задля створення екопростору для бізнесових екосистем.

Ключові слова: екологічні інновації, сталий розвиток, екологічне підприємництво, штучний інтелект, етичні принципи, державна політика.

Abstract. The paper provides a definition of eco-innovations and presents their main features. It is proven that environmental innovations can become the basis for creating new markets and business models. It is shown that digital communication tools, in particular artificial intelligence technologies, occupy a special place in eco-innovations, becoming a key tool due to their ability to analyze big data, predict consequences, and optimize management decisions. The main areas of its application are highlighted. The experience of economically developed countries in the application of artificial intelligence in eco-innovation is systematized. Directions for the use of financial levers of state structures and the involvement of scientific institutions in the process of supporting and implementing environmental initiatives to create an eco-space for business ecosystems are proposed.

Key words: environmental innovations, sustainable development, environmental entrepreneurship, artificial intelligence, ethical principles, public policy.

Вступ.

Сучасний світ стикається з низкою екологічних викликів, серед яких зміна клімату, забруднення повітря, води, ґрунтів, зниження біорізноманіття, вичерпність природних ресурсів та інші проблеми, що потребують термінового та комплексного підходу до їхнього вирішення [1]. Такі виклики сприяють появі

нових підходів і рішень, здатних трансформувати саму природу бізнесу. У цьому контексті особливого значення набуває ефективне управління природними ресурсами та мінімізація негативного впливу на довкілля. Відповідно, екологічні інновації, які є основою для сталого розвитку бізнесу, здобувають все більшої популярності серед підприємств, як на глобальному, так і на локальному рівнях.

Основний текст.

Екологічні інновації можна визначити як процеси, продукти або практики, які дозволяють знижувати негативний вплив людської діяльності на навколишнє середовище, а також сприяють підвищенню ефективності використання ресурсів, зниженню витрат, підвищенню конкурентоспроможності підприємства та формування стійкого розвитку [2]. Такі інновації вимагають переосмислення традиційних бізнес-процесів і впровадження нових матеріалів, технологій та методів, які сприяють збереженню ресурсів і енергозбереженню. Бізнес, який не враховує екологічні аспекти, ризикує не лише втратити довіру споживачів і партнерів, але й не зможе адаптуватися до нових викликів глобального масштабу, що пов'язані з природними ресурсами та екологічною безпекою.

Основними рисами екологічних інновацій можна визначити:

- орієнтація на енергоефективність;
- скорочення викидів CO₂ та відходів;
- використання відновлюваних джерел енергії;
- циркулярна економіка (переробка, повторне використання);
- гармонізація з екологічними стандартами та ESG-принципами.

Екологічні інновації можуть бути представлені у різних формах: від розробки нових екологічно чистих продуктів, що потребують менше ресурсів для виробництва, до впровадження технологій, що дозволяють значно зменшити викиди парникових газів або скоротити енергоспоживання. Такі інновації відкривають нові можливості для розвитку «зеленого» бізнесу, що орієнтується на сталий розвиток [3]. Окрім того, вони здатні стимулювати розвиток нових бізнес-моделей, зокрема, бізнесів, орієнтованих на збереження навколишнього середовища, впровадження безвідходних технологій та замкнутого циклу

виробництва. Це дає можливість створювати нові ринки для екологічних товарів і послуг, які відповідають вимогам сталого розвитку.

Екологічні інновації займають важливе місце в корпоративній соціальній відповідальності, що є ключовим аспектом ведення сталого бізнесу [4]. Це не лише етичний вимір бізнес-діяльності, але й інструмент для зростання довіри з боку споживачів, партнерів та громадськості. Бізнес, який активно впроваджує інноваційні екологічні рішення, демонструє свою готовність до відповідального ставлення до ресурсів, соціальних та екологічних питань, що сприяє формуванню більш стійких ділових відносин і покращує імідж компанії на ринку [5]. Такий підхід може стати важливим конкурентним чинником, що дозволяє компаніям вирізнятися серед інших і залучати більш лояльних споживачів, які дедалі більше обирають підприємства, орієнтовані на сталий розвиток.

З іншого боку, екологічні інновації можуть стати основою для створення нових ринків і бізнес-моделей. Так, перехід на безвідходні технології або розробка замкнутого циклу виробництва дозволяють підприємствам не тільки зменшувати витрати, але й значно знижувати екологічні ризики, покращувати ефективність використання ресурсів. Впровадження таких технологій і методів дозволяє підприємствам адаптуватися до змінюваних умов глобального ринку та стати лідерами у створенні більш сталих і екологічно чистих бізнес-моделей. Важливим елементом адаптації виробничих процесів та стратегії компанії до нових стандартів екологічної безпеки та вимог споживачів, що постійно змінюються.

Цілі сталого розвитку формують ключові стратегічні перспективи бізнес-структур де особливе місце посідають цифрові інструменти комунікацій, зокрема і технології штучного інтелекту. Штучний інтелект стає ключовим інструментом завдяки можливості аналізувати великі дані, прогнозувати наслідки та оптимізувати управлінські рішення. Можна виокремити такі основні напрями його застосування [6].

1. Моніторинг та прогнозування – алгоритми штучного інтелекту аналізують дані з датчиків, супутників, інтернет речей для відстеження забруднення повітря,

стану ґрунтів, лісів, водних ресурсів.

2. Прогноз екологічних ризиків (повені, посухи, пожежі).

3. Оптимізація енергоспоживання – системи штучного інтелекту регулюють роботу «розумних мереж», врівноважуючи попит і пропозицію електроенергії («розумні мережі» використовуються в енергоефективних будівлях, транспорті, логістиці).

4. Розвиток «зелених» технологій, які передбачають оптимізацію виробничих процесів для скорочення відходів. Штучний інтелект також моделює нові матеріали з низьким вуглецевим слідом [7].

5. Циркулярна економіка – так, технології штучного інтелекту застосовуються для розпізнавання та сортування відходів, підвищуючи ефективність переробки; а самі алгоритми аналізують життєвий цикл продуктів для мінімізації впливу на довкілля.

6. Підтримка прийняття управлінських рішень: інтелектуальні моделі допомагають урядам і бізнесу обирати стратегії сталого розвитку; використовуються у формуванні «зелених фінансів» (оцінка ризиків, перевірка звітності щодо відповідності цілям сталого розвитку) [8].

Особливості використання штучного інтелекту екологічних інноваціях можна звести до таких принципів:

- системність – поєднання технологічних, економічних і соціальних факторів;
- прогностичність – моделі штучного інтелекту здатні бачити тренди й попереджати негативні сценарії;
- інтегрованість – штучний інтелект стає частиною глобальних «розумних екосистем» (міста, енергетика, виробництво);
- етичність і прозорість – важливо, щоб екологічні рішення на основі штучного інтелекту були зрозумілими й не містили прихованих ризиків.

Отже, особливість у тому, що штучний інтелект дає можливість зробити екологічні інновації більш точними, адаптивними й ефективними, а їхня сутність – у формуванні нових підходів до сталого розвитку, де цифрові технології й екологія взаємопідсилюють одне одного.

Не менш важливим є залучення державних структур і наукових установ до процесу впровадження екологічних інновацій. Державна політика, яка підтримує екологічні ініціативи, може суттєво сприяти розвитку підприємництва в цій сфері створюючи екопростір для бізнесових екосистем [9]. Для стимулювання екологічних інновацій держава може надавати різноманітні фінансові стимули, підтримувати наукові дослідження та впроваджувати регуляторні ініціативи, які забезпечують вигідні умови для бізнесу. Наприклад, це може включати субсидії на розробку екологічно чистих технологій, знижки на податки для підприємств, які впроваджують «зелені» ініціативи, та інші механізми стимулювання екологічного підприємництва. Уряди країн повинні активно працювати над створенням законодавчих ініціатив, що стимулюють компанії до впровадження екологічних інновацій і підтримують розвиток «зелених» технологій.

Успіх впровадження екологічних інновацій у бізнес може бути підкріплений етичними принципами, що стають важливим аспектом діяльності сучасних компаній. Врахування соціальних наслідків своєї діяльності є обов'язковою умовою для формування довгострокових відносин із клієнтами, партнерами та іншими зацікавленими сторонами. Як свідчить досвід провідних країн, бізнес, що інтегрує етичні принципи у свою стратегію, не лише досягає високих результатів у фінансовій сфері, але й зміцнює свою репутацію, отримує підтримку з боку споживачів і розвивається у відповідності до потреби збереження екологічної рівноваги.

Проведений нами аналіз [2-5] дозволив систематизувати наявний досвід застосування штучного інтелекту в екологічних інноваціях (таблиця 1).

В цілому, наукові дослідження підтверджують, що підприємства, які активно впроваджують екологічні інновації, здатні досягти кращих результатів у довгостроковій перспективі. Це відбувається завдяки підвищенню ефективності використання ресурсів, зниженню витрат на енергію та сировину, а також покращенню іміджу компанії на ринку. В результаті таких інновацій підприємства не лише досягають економічних вигод, але й роблять свій внесок у збереження навколишнього середовища, що є необхідною умовою для сталого

розвитку.

Таблиця 1 – Використання штучного інтелекту в екологічних інноваціях

Сектор	Компанія / Проект	Застосування штучного інтелекту	Екологічний ефект
Енергетика	Google DeepMind (Велика Британія)	Оптимізація охолодження дата-центрів	Зменшення на 40% споживання енергії на охолодження
	Siemens (Німеччина)	Smart Grids для управління електромережами	Інтеграція відновлюваної енергії, зниження втрат
Моніторинг довкілля	Microsoft AI for Earth (США)	Аналіз даних про клімат, ліси, біорізноманіття	Підтримка сталого управління природними ресурсами
	NASA (США)	Супутниковий моніторинг + AI для прогнозу катастроф	Раннє попередження про пожежі та повені
Відходи та переробка	ZenRobotics (Фінляндія)	Роботи з AI для сортування сміття	Зростання більше ніж на 20% ефективності переробки
	Ukrainian Recycling Solutions	Оптимізація логістики збору відходів	Менші витрати палива та викиди CO ₂
«Зелені» міста	Barcelona Smart City (Іспанія)	AI-управління транспортом, освітленням, енергоспоживанням	Скорочення заторів і забруднення
	Kyiv Smart Mobility (Україна)	Прогнозування завантаженості маршрутів	Зниження викидів від транспорту
Аграрний сектор	John Deere (США)	«Розумні трактори», точкове внесення добрив	Скорочення на 30% використання хімікатів
	AgriEye (Україна)	Аналіз ґрунтів і прогноз урожайності	Стійке землеробство, зменшення деградації ґрунтів

Авторська розробка

Висновки.

Таким чином, екологічні інновації є ключовим драйвером сталого розвитку

бізнесу. Вони сприяють не лише економічному зростанню, але й сприяють збереженню екологічної рівноваги в суспільстві. Успішна інтеграція екологічних аспектів у стратегії компанії дозволяє не лише досягти конкурентних переваг, але й забезпечити позитивний соціальний вплив, що сприяє розвитку сталого бізнесу, відповідального перед майбутніми поколіннями. Зважаючи на глобальні виклики, роль екологічних інновацій у бізнесі стає дедалі більш актуальною. Тому їх впровадження є невід'ємною частиною стратегії сталого розвитку, що дає можливість створювати нові можливості для розвитку бізнесу в умовах екологічних змін.

Література:

1. Tomashuk, I., & Baldynyuk, V. (2023). Eco-innovation as a basis for sustainable development. *Three Seas Economic Journal*, 1, 71–87. <https://doi.org/10.30525/2661-5150/2023-1-9> (дата звернення 20 серпня 2025).
2. Trinh, V. Q. (2024) Climate Governance and Corporate Eco-innovation. *A Framework for Sustainable Companies Springer*. URL: [SpringerLink](#). (дата звернення 20 серпня 2025).
3. Leal-Millán, A., Peris-Ortiz, M., & Leal-Rodríguez, A. L. (2018). Sustainability in Innovation and Entrepreneurship: Policies and Practices for a World with Finite Resources. *Springer*. URL: rd.springer.com (дата звернення 22 серпня 2025).
4. Zsolnai, L., Walker, T., & Shrivastava, P. (2023). Value Creation for a Sustainable World: Innovating for Ecological Regeneration and Human Flourishing. *Palgrave Macmillan*. (дата звернення 15 серпня 2025).
5. Loučanová, E., Olšiaková, M., & Štofková, J. (2022). Ecological Innovation: Sustainable Development in Slovakia. *Sustainability*, 14(19), 12620. <https://doi.org/10.3390/su141912620> (дата звернення 20 серпня 2025).
6. Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The Global Landscape of AI Ethics Guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2> (дата звернення 5 вересня 2025).

7. Zhou, J., & Chen, F. (2022). AI ethics: from principles to practice. *AI & SOCIETY*, 38, 2693–2703. Springer. URL: <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01602-z> (дата звернення 5 вересня 2025).

8. Забарна Е. М., Щьокіна Є.Ю. Етичні дилеми в процесі прийняття управлінських рішень. Механізми управління розвитком територій: зб. наукових праць. Житомир: Поліський національний університет (30–31 жовтня), 2024. 86–89 с.

9. Susiati, D., Aisyah, S., Sentosa, I., Nainggolan, H., & Palembang, S. P. (2023). Sustainable Product Innovation as the Main Driver of Business Growth in the Green Economy Era. *West Science Business and Management*, 1(04), 233–244. <https://doi.org/10.58812/wsbm.v1i04.246> (дата звернення 20 серпня 2025).

Статтю відправлено: 10.09.2025 р.

© Забарна Е.М., Черненко Є.Ю., Черепанова Н.О.