

## **«ЗЕЛЕНА» ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА РОЛЬ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ESG-ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕСУ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0**

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується фундаментальними зрушеннями, зумовленими конвергенцією двох глобальних мегатрендів: цифрової революції та імперативу сталого розвитку. В умовах загострення кліматичної кризи, вичерпання природних ресурсів та посилення соціальної нерівності, традиційна модель капіталізму, орієнтована виключно на максимізацію прибутку акціонерів, зазнає краху. На зміну їй приходить концепція стейкхолдер-капіталізму, де ключовим критерієм успіху стає дотримання принципів ESG (Environmental, Social, Governance). Водночас, досягнення амбітних цілей декарбонізації та сталого розвитку неможливе без використання потужних інструментів Четвертої промислової революції. Цей синергетичний зв'язок у документах Європейського Союзу отримав назву «подвійний перехід» (Twin Transition). Метою даної статті є глибокий аналіз ролі цифрових технологій як каталізатора ESG-трансформації бізнесу та виявлення проблем, пов'язаних із впровадженням «зеленої» цифровізації.

Цифровізація виступає не просто допоміжним елементом, а фундаментом для реалізації екологічної складової ESG (Environmental). Ключову роль тут відіграють технології Інтернету речей (IoT) та аналітика великих даних (Big Data). Встановлення промислових сенсорів дозволяє підприємствам переходити від розрахункових методів оцінки викидів до точного інструментального моніторингу в режимі реального часу. Це критично важливо для відстеження вуглецевого сліду не лише прямих викидів (Score 1), а й непрямих, пов'язаних із споживанням енергії (Score 2).

Окремої уваги заслуговує технологія «цифрових двійників» (Digital Twins). Створення віртуальної копії фізичного об'єкта — заводу, логістичного ланцюга чи навіть окремого виробу — дозволяє моделювати тисячі сценаріїв виробництва без витрат реальних ресурсів. Це дає змогу знаходити оптимальні режими роботи обладнання, що мінімізують енергоспоживання та кількість відходів. Наприклад, у будівництві використання BIM-технологій (Building Information Modeling) на етапі проєктування дозволяє знизити майбутнє енергоспоживання будівлі на 30–50%.

У контексті соціального (Social) та управлінського (Governance) аспектів революційною технологією виступає Блокчейн (Blockchain). Однією з найгостріших проблем сталого розвитку є непрозорість глобальних ланцюгів постачання. Часто компанії не знають, в яких умовах видобувалася сировина для їхньої продукції. Розподілений реєстр блокчейн забезпечує незмінність даних та повну простежуваність (traceability) шляху товару від «лану до столу». Це створює передумови для запровадження «цифрових паспортів продуктів» (Digital Product Passports), які стають обов'язковими в ЄС. Завдяки цьому споживач може перекоонатися, що при виробництві товару не використовувалася дитяча праця, дотримувалися права працівників та екологічні норми. Блокчейн також ефективно вирішує проблему «грінвошингу» (Greenwashing) — маніпулятивного маркетингу, оскільки підробити цифрову історію продукту в децентралізованій мережі неможливо.

Штучний інтелект (AI) стає драйвером розвитку «зелених» фінансів та ESG-звітності. Обсяги даних, необхідних для якісного ESG-аналізу, є колосальними і часто неструктурованими (супутникові знімки, новини в ЗМІ, відгуки в соцмережах). Алгоритми машинного навчання (Machine Learning) здатні обробляти ці масиви інформації, виявляючи приховані ризики. Для інвесторів це означає можливість точніше оцінювати стійкість активів до кліматичних змін, а для банків — впроваджувати скорингові моделі, що враховують ESG-рейтинг позичальника при видачі кредитів.

Цифрові платформи є основою для переходу до циркулярної економіки (Circular Economy). Моделі спільного споживання (Sharing Economy), такі як каршерінг або оренда обладнання, стають можливими лише завдяки мобільним додаткам та геолокації. Цифровізація дозволяє реалізувати бізнес-модель «Product-as-a-Service» (продукт як послуга), коли виробник продає не лампочку, а світло, або не двигун, а години його роботи. Це економічно стимулює виробника робити речі довговічними та придатними до ремонту, що радикально зменшує кількість електронного сміття.

Однак, розглядаючи цифрову трансформацію як панацею, необхідно усвідомлювати і зворотний бік — екологічний слід самої ІТ-індустрії. Концепція Green IT («зелені інформаційні технології») набуває критичного значення. Дата-центри, що забезпечують роботу хмарних сервісів, споживають близько 1-2% світової електроенергії, і ця цифра зростає експоненційно з розвитком AI та майнінгом криптовалют. Відповіддю на цей виклик має стати перехід ІТ-інфраструктури на відновлювані джерела енергії, використання систем рідинного охолодження серверів та розробка енергоефективного програмного коду (Green Coding). Крім того, швидке моральне старіння гаджетів призводить до накопичення e-waste (електронних відходів), що вимагає вдосконалення систем їх переробки та утилізації.

**Висновки.** Підсумовуючи вищевикладене, можна стверджувати, що цифрова та «зелена» трансформації є нерозривними процесами. Без цифрових інструментів досягнення цілей сталого розвитку в масштабах планети є неможливим через складність управління параметрами екосистем. Водночас, цифровізація, яка ігнорує принципи ESG, ризикує прискорити вичерпання ресурсів.

Для бізнесу це означає необхідність інтеграції цифрової стратегії та стратегії сталого розвитку в єдиний документ корпоративного управління. Конкурентну перевагу в найближчому майбутньому отримають ті компанії, які зможуть використати технології не лише для оптимізації витрат, а й для створення нової цінності — екологічно нейтральної, соціально відповідальної та прозорої. Майбутнє економіки лежить у площині відповідальних інновацій, де кожен байт даних працює на збереження навколишнього середовища.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельник Л. Г. «Зелена» економіка (досвід ЄС і практика України): підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2018. 400 с.
2. Сакс Дж. Д. Епоха сталого розвитку. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 320 с.
3. Потапенко В. Г. Стратегічні пріоритети безпечного розвитку України на засадах «зеленої» економіки: монографія. Київ: НІСД, 2012. 360 с.
4. The Twin Transition: How Digitalisation Can Support a Sustainable Future. European Commission. Brussels, 2022. URL: <https://commission.europa.eu/strategy-and-policy> (дата звернення: 21.05.2024).
5. Schwab K., Vanham P. Stakeholder Capitalism: A Global Economy that Works for Progress, People and Planet. Wiley, 2021. 304 p.
6. Європейський зелений курс (European Green Deal). Офіційний сайт Європейської Комісії. URL: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_uk](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_uk) (дата звернення: 22.05.2024).