



Прийнято 02.04.2025. Прорецензовано 28.04.2025. Опубліковано 30.06.2025.

УДК 330.342.146:004.8:005.94

JEL: O33, Q01, C51, L21

DOI: 10.31471/2409-0948-2025-1(31)-102-111

ШІ-ОРІЄНТОВАНІ БІЗНЕС-МОДЕЛІ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ: УКРАЇНСЬКИЙ КОНТЕКСТ

Лісова Руслана Мирославівна

доктор філософії (PhD)

асистент кафедри економіки підприємства

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

03022 Київ, вул. Васильківська 90А

e-mail: ruslana_lisova@knu.ua

<https://orcid.org/0000-0001-7999-1078>

Анотація. У статті розглянуто концептуальні засади інтеграції технологій штучного інтелекту у процеси трансформації бізнесу в контексті досягнення цілей сталого розвитку через впровадження циркулярних бізнес-моделей. Основну увагу приділено потенціалу штучного інтелекту як рушія змін у традиційних бізнес-практиках: підвищення енергоефективності, зменшення обсягів викидів парникових газів, оптимізація використання ресурсів. Проаналізовано три типи ШІ-орієнтованих циркулярних моделей: звуження, уповільнення та замикання ресурсних потоків. Зазначено, що застосування інтелектуальних технологій дозволяє виявляти «вузькі місця» в бізнес-процесах, прогнозувати потребу в обслуговуванні завдяки предиктивній аналітиці та забезпечувати повторне використання матеріалів шляхом застосування технологій на основі штучного інтелекту. У роботі здійснено критичну оцінку передумов для впровадження бізнес-моделей на основі ШІ в українському контексті. Серед основних бар'єрів виокремлено низький рівень цифрової зрілості підприємств, обмежений доступ до сучасних цифрових рішень, застарілу інфраструктуру для переробки відходів, нестачу фахівців з відповідними цифровими компетентностями, а також відсутність стимулюючої державної політики. Водночас визначено низку можливостей для технологічного прориву: гнучкість малого і середнього бізнесу, активний розвиток національних цифрових платформ (зокрема «Дія»), високий рівень людського капіталу у сфері ІТ та аналітики даних. Запропоновано концептуальну аналітичну рамку для подальших емпіричних досліджень із використанням методів машинного навчання та синтетичних даних для оцінки впливу ШІ на показники сталого розвитку. Надано рекомендації щодо стимулювання інтеграції штучного інтелекту в економіку через підтримку пілотних проєктів, розвиток державно-приватного

Запропоноване посилання: Лісова, Р. (2025). ШІ-орієнтовані бізнес-моделі в умовах циркулярної економіки: український контекст. Науковий вісник ІФНТУНГ. Серія: економіка та управління в нафтовій і газовій промисловості, 1(31), 102-111. doi: 10.31471/1993-9965-2025-1(31)-102-111

* Відповідальний автор



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

партнерства, цифровізацію матеріальних потоків і формування екосистеми циркулярних інновацій. Стаття є теоретичним підґрунтям для майбутніх прикладних досліджень та формування стратегічних рішень у сфері сталого бізнесу в умовах цифрової трансформації та післявоєнного відновлення економіки.

Ключові слова: цифрова трансформація бізнесу, штучний інтелект, сталий розвиток підприємств, циркулярні бізнес-моделі

Вступ. У сучасних умовах зростання та динамічного розвитку цифрової економіки штучний інтелект відіграє все більш важливу роль у трансформації бізнес-процесів та розробці інноваційних підходів до управління бізнесом. Застосування технологій штучного інтелекту сприяє підвищенню операційної ефективності, вдосконаленню процесів прийняття управлінських рішень та забезпеченню сталого економічного розвитку. Особливого значення набуває інтеграція інтелектуальних рішень в управління ресурсами, фінансове прогнозування, стратегічне планування та маркетингову аналітику. Зокрема, впровадження штучного інтелекту дозволяє підвищити енергоефективність, оптимізувати логістичні процеси, знизити екологічні ризики та ефективно управляти викидами парникових газів. Однак цифрова трансформація на основі технологій штучного інтелекту також створює низку викликів, таких як необхідність адаптації бізнес-моделей до динамічних змін ринкового середовища, загроз кібербезпеки, регуляторних бар'єрів та недостатньої цифрової компетентності управлінського персоналу. Отже, існує потреба в комплексному дослідженні економічних та екологічних аспектів впливу ШІ на сталий розвиток бізнесу, включаючи розробку моделей оцінки його впровадження. Такий підхід дозволяє сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимального використання інтелектуальних технологій у сучасному бізнесі.

Аналіз сучасних зарубіжних і вітчизняних досліджень і публікацій. Роль штучного інтелекту у сталому розвитку бізнесу є предметом активної дискусії серед зарубіжних науковців. Madanaguli та ін. [14] підкреслюють, що ШІ сприяє прискоренню впровадження циркулярних бізнес-моделей, а Mikalef P. та Gupta M. [17] підтверджують, що ШІ дозволяє прогнозувати енергоефективність та управляти складними ресурсними потоками. Holzinger, A., Kieseberg [10] зазначають, що ШІ покращує управління виробничими процесами завдяки машинному навчанню, а Chauhan, C., Parida [4] стверджують, що ШІ сприяє розвитку «розумних» міських систем та урбаністичних рішень для скорочення викидів CO₂. В українському науковому середовищі зростає інтерес до дослідження впровадження штучного інтелекту (ШІ) в бізнес-процеси та сталий розвиток. Ці дослідження особливо актуальні в умовах цифрової трансформації, Індустрії 4.0 та екологічної модернізації економіки.

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри зростання зацікавленості до штучного інтелекту в українському науковому середовищі, більшість досліджень зосереджені на автоматизації окремих бізнес-процесів у традиційних секторах економіки. Натомість залишається недостатньо вивченим стратегічний потенціал ШІ як рушія трансформації бізнес-моделей у напрямі сталого розвитку та циркулярної економіки.

Формулювання цілей статті. Метою статті є з'ясування ролі штучного інтелекту в трансформації бізнес-моделей українських підприємств та обґрунтування доцільності впровадження інтелектуальних технологій для забезпечення сталого розвитку.

Висвітлення основного матеріалу дослідження. Цифрова трансформація є невід'ємною складовою сучасного бізнес-середовища, що ґрунтується на інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), штучного інтелекту, аналітики великих даних та автоматизації бізнес-процесів. Визначальними аспектами цифрової трансформації є зміна бізнес-моделей, підвищення ефективності управління

підприємствами та формування екологічно сталих стратегій зростання [10]. Згідно з визначенням Світового банку, цифрова економіка сприяє підвищенню рівня життя населення, усуваючи бар'єри доступу до фінансових, інформаційних та освітніх ресурсів. Це особливо актуально у контексті сталого розвитку, оскільки цифрові технології дозволяють мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище за рахунок оптимізації виробництва, скорочення викидів та підвищення енергоефективності [15]

Цифровізація є важливою складовою сталого розвитку, який визначається балансом між економічним зростанням, соціальним добробутом та екологічною відповідальністю. У зв'язку з цим в багатьох дослідженнях було доведено, що інтеграція цифрових технологій сприяє скороченню викидів CO_2 , підвищенню ефективності використання ресурсів та оптимізації виробничих процесів [15]. Дослідження показують, що компанії, які проактивно інтегрують цифрові технології, демонструють вищий ступінь адаптивності до ринкових змін та ефективніше впроваджують принципи сталого розвитку [10].

В умовах обмеженості природних ресурсів лінійна модель економіки, що ґрунтується на видобутку, споживанні та утилізації, стає дедалі менш життєздатною. Незважаючи на значний потенціал циркулярної економіки, її повноцінне впровадження ускладнюється низкою бар'єрів: низкою залишковою вартістю відпрацьованих продуктів, високими витратами на їх обробку, а також відсутністю ефективної інфраструктури для збору й сортування матеріалів. Критичною перешкодою залишається недостатня цифровізація матеріальних потоків, що унеможлиблює прозоре відстеження ресурсів у ланцюгах постачання [13].

Як зазначено в дослідженні [16] впровадження IoT сприяє розширенню можливостей для створення довговічних продуктів, підвищенню стійкості бізнесу та зниженню операційних витрат через механізми моніторингу та відстеження. Це є ключовим чинником для досягнення економічної та екологічної ефективності. У глобальному бізнес-ландшафті, цифрові технології інтегруються в циркулярні бізнес-моделі, виступаючи каталізатором трансформаційних процесів у напрямку сталого розвитку.

Відповідно до концептуальних засад моделі цифрової трансформації циркулярної економіки VSM, запропонованої в роботі [4], ці технології можуть забезпечити стійкий зв'язок між інноваціями бізнес-моделей, цифровими інструментами та досягненням соціальних, економічних та екологічних переваг. У світлі цього підходу важливо оцінити передумови, можливості та обмеження такої цифрової трансформації в національному контексті. Зокрема, на рис. 1 узагальнено ключові елементи цієї трансформації, що демонструють логічний ланцюг між цифровими технологіями (Інтернет речей, Великі дані, ШІ тощо), процесом створення цінності в межах інноваційних бізнес-моделей та отриманням переваг циркулярної економіки у вигляді екологічного, економічного та соціального ефекту. Важливо, що модель також враховує зовнішні фактори: бар'єри, стимули та специфіку галузевого застосування, що робить її релевантною для аналізу адаптаційного потенціалу в Україні.

Використовуючи цю схему як аналітичну основу, можна сформулювати бачення стратегічного переходу до циркулярної економіки в умовах цифровізації.

Україна володіє значним потенціалом для цифрової трансформації, однак її реалізація в контексті циркулярної економіки залишається обмеженою через недостатню цифрову зрілість багатьох секторів національної економіки. Як ілюструє схема цифрової трансформації для циркулярної економіки (рис. 1), основою ефективного переходу до циркулярних бізнес-моделей є впровадження цифрових технологій — зокрема Інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data), блокчейну та штучного інтелекту. У поєднанні з інноваційними бізнес-моделями ці інструменти сприяють формуванню нових механізмів генерації, реалізації та отримання цінності, що, у свою чергу, забезпечує досягнення екологічних, економічних та соціальних вигід.

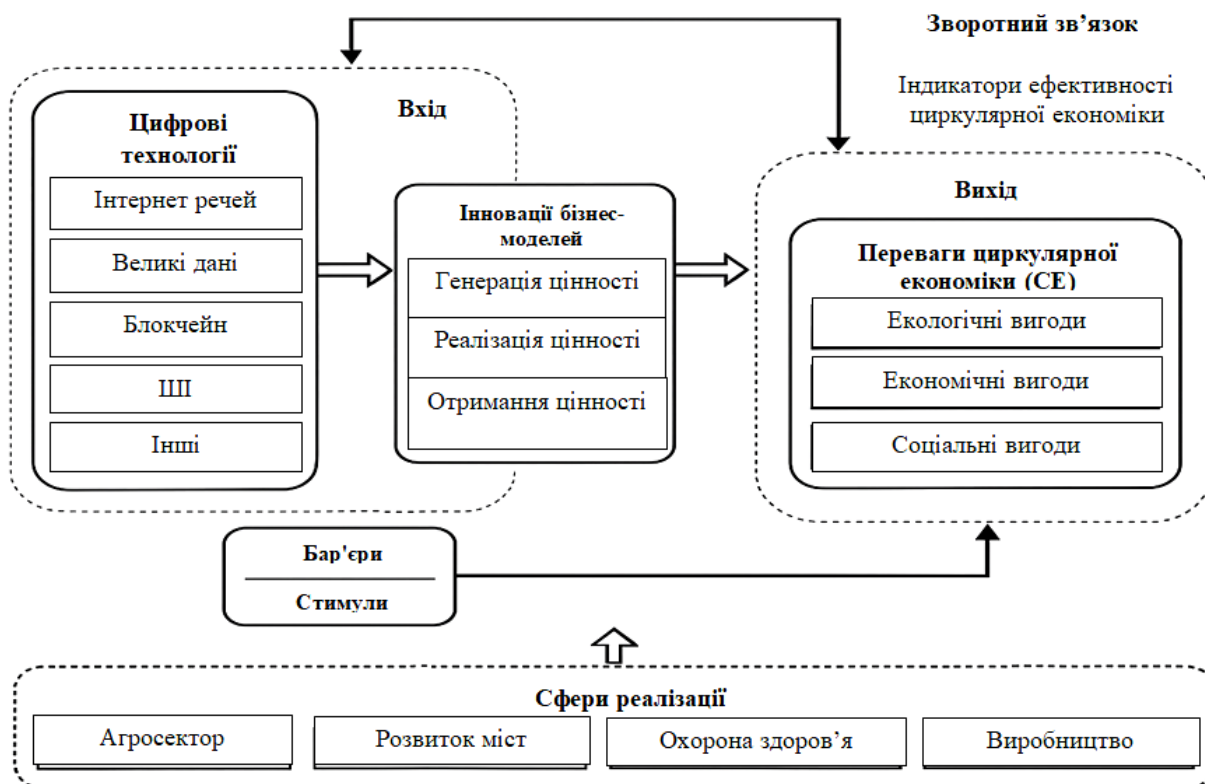


Рисунок 1 – Схема цифрової трансформації для циркулярної економіки

** розроблено автором з використанням матеріалів [4;14;21]*

У структурі моделі (див. рис. 1) цифрові технології виступають вхідним компонентом (Вхід), який через інноваційні бізнес-моделі трансформується в переваги циркулярної економіки (Вихід). При цьому враховуються як галузеві особливості застосування (агросектор, виробництво, охорона здоров'я, розвиток міст), так і зовнішні чинники - бар'єри та стимули, які безпосередньо впливають на динаміку трансформації.

В українському контексті впровадження таких рішень може стати каталізатором для скорочення витрат на обробку відходів, підвищення ефективності використання вторинної сировини та формування передумов для створення замкнених виробничо-споживчих циклів [21]. Зокрема, ІІІ може відігравати ключову роль у сортуванні матеріалів, оптимізації логістики та екологічному моніторингу, а блокчейн — у забезпеченні прозорості ланцюгів постачання.

Разом з тим, цифрова трансформація циркулярної економіки в Україні стикається з низкою викликів. Серед ключових — низький рівень цифрової інтеграції підприємств, які здебільшого функціонують на базі застарілих виробничих процесів, відсутність стимулюючої регуляторної політики (зокрема податкових пільг та грантових механізмів підтримки), обмеженість інвестицій, особливо в малому та середньому бізнесі, а також слабка інфраструктура з переробки відходів. Існуючі потужності використовуються менш ніж на 10% через низький рівень попереднього збору та сортування. Подолання цих бар'єрів потребує послідовної державної політики підтримки цифрових інновацій, розвитку державно-приватного партнерства та активного залучення міжнародної технічної допомоги, зокрема у форматі програм ЄС з розвитку зеленої та цифрової економіки.

Аналізуючи роль штучного інтелекту в розвитку, циркулярних бізнес-моделей (Circular business models, CBM), варто зрозуміти, що ІІІ наділяє підприємства комплексом можливостей, і на відміну від традиційних ІТ-можливостей, ІІІ виходить за межі автоматизації, забезпечуючи аналітику великих даних, оптимізацію процесів та глибоке

навчання, які є ключовими для сталого розвитку [17]. ШІ все частіше розглядається як окрема категорія цифрових можливостей, що відрізняється від традиційних ІТ-рішень своєю гнучкістю, здатністю до навчання та інтеграцією з іншими технологіями[19].

У цьому контексті під ШІ-орієнтованою циркулярною бізнес-моделлю (AI-enabled CBM) варто розуміти таку модель створення, реалізації та отримання цінності, в основі якої лежить поєднання принципів циркулярної економіки з цифровими інтелектуальними технологіями. Її ключовими характеристиками є використання інструментів ШІ, великих даних, цифрових двійників, IoT та блокчейну для оптимізації ресурсокористування, продовження життєвого циклу продукції та замикання матеріальних потоків. ШІ в таких моделях не лише підсилює автоматизацію, а й формує нову логіку прийняття рішень, спрямовану на досягнення сталого розвитку.

З цієї точки зору цифровізація за допомогою Інтернету речей, аналітики великих даних та блокчейну може розглядатися як базова фаза розвитку, що дозволяє компаніям поступово нарощувати свої можливості. Натомість штучний інтелект виступає як вища форма цифровізації, що забезпечує глибоку аналітику та складні адаптивні механізми управління ресурсами. Таким чином, якщо цифровізація надає компанії можливість «стояти», «ходити» та «бігати», то штучний інтелект дозволяє їй виконувати складний «танець» оптимізації та інновацій, який неможливий без попереднього оволодіння базовими цифровими навичками [20]

В роботі [14] авторами виокремлено три підходи до формування ШІ-орієнтованих циркулярних бізнес-моделей (AI-enabled CBM): звуження, уповільнення та закриття. Також в дослідженнях [1;8;14] окреслено вплив технологій ШІ на циркулярну економіку, як одного з її рушіїв, спираючись на дані висновки, можна аналізувати адаптацію ШІ-орієнтованих моделей бізнесу в контексті українських реалій. Розглянемо концепцію кожного з названих підходів:

1. Звуження ресурсних потоків (AI-enabled narrowing CBM). В цій бізнес-моделі використовується штучний інтелект для виявлення вузьких місць у бізнес-процесах і оптимізації використання ресурсів. Завдяки цьому забезпечується підвищення ефективності функціонування систем, зниження витрат та покращення аналітичного забезпечення управлінських рішень.

2. Уповільнення ресурсних потоків (AI-enabled slowing CBM). Основна мета цього підходу є збільшення життєвого циклу продукції через прогнозування ремонтів (зношування обладнання, поломки) на основі використання інструментів штучного інтелекту. Це дозволяє своєчасно здійснювати обслуговування та ремонт. Технологічне підґрунтя таких моделей включає цифрові двійники, аналітику даних і предиктивне технічне обслуговування.

3. Замикання ресурсних потоків (AI-enabled closing CBM). В даному підході, моделі орієнтовані на забезпечення повторного використання матеріалів і компонентів шляхом спрощення процесів розбирання продукції та відновлення ресурсів за допомогою аналітики даних і генеративного штучного інтелекту. Що дозволяє зменшити потребу у використанні первинних матеріалів та підтримати циркулярність бізнесу.

Приклад реального впровадження подібної моделі представлено у сфері управління відходами в Україні. Згідно з дослідженням[12], у низці українських міст запроваджуються елементи штучного інтелекту у процесах сортування, збору та прогнозування обсягів відходів. Впровадження смарт-контейнерів із сенсорами заповнення та платформи оптимізації логістики дозволило скоротити витрати на вивезення сміття на 10–15%, підвищити обсяг переробки до 50–70% і зменшити викиди CO₂ від сміттєвозів до 30–50%.

Цей приклад відображає практичну реалізацію підходів уповільнення (через предиктивне обслуговування логістики) та замикання (завдяки ефективнішому сортуванню й повторному використанню ресурсів), підтверджуючи доцільність і

перспективність впровадження III-орієнтованих циркулярних бізнес-моделей в українських реаліях.

Додатковим прикладом практичного застосування підходів уповільнення та замикання ресурсних потоків із використанням III є реалізація проєктів зі смарт-контейнерами, які автоматично фіксують рівень заповнення та формують оптимізовані маршрути вивозу відходів. Подібні рішення вже впроваджені в Україні (наприклад, стартап Ecoisme[7]) і активно застосовуються в містах ЄС. У США та Європі реалізовано ще більш інтелектуалізовані системи. Зокрема, компанія Bigbelly інтегрувала інтелектуальні контейнери з модулями автоматичного сортування та аналізу, що забезпечують гнучку адаптацію до змін у споживчій поведінці[3].

На наш погляд, для України перспективним напрямом є також впровадження аналітичних платформ на основі Big Data для прогнозування обсягів відходів та планування відповідної інфраструктури. Наприклад, у місті Дніпро в межах ініціативи Smart City тестуються інтегровані IoT-рішення, які об'єднують дані з розумних контейнерів, сортувальних ліній і транспортних систем в єдину цифрову екосистему[23]

Зрозуміло, що III забезпечує не лише технологічну підтримку, а й стратегічну перевагу у трансформації циркулярних бізнес-моделей з орієнтацією на скорочення відходів, підвищення ефективності використання ресурсів та досягнення цілей сталого розвитку. Розширення подібних рішень на інші галузі — логістику, агросектор, виробництво — відкриває нові вектори для формування цифрової циркулярної економіки в Україні. Водночас, впровадження III-орієнтованих бізнес-моделей в умовах національної економіки стикається з низкою структурних, технологічних та управлінських бар'єрів, які стримують реалізацію потенціалу вищенаведених трьох підходів: звуження, уповільнення та замикання ресурсних потоків. Основні виклики наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Бар'єри та можливості впровадження III-орієнтованих циркулярних бізнес-моделей в Україні

Підхід	Основні бар'єри	Потенційні можливості
Звуження	Низький рівень цифрової зрілості підприємств; Відсутність інтегрованих IT-систем; Управлінський опір автоматизації; Брак системної цифрової трансформації;	<i>Пілотні проєкти в IT-компаніях та фінтеху</i> (пр. Monobank, Netpeak), де вже розвинені аналітичні процеси <i>Державна підтримка через програми «Дія.Бізнес»</i> , гранти EU4Digital для цифрової зрілості МСП <i>Легка промисловість</i> через впровадження III для оптимізації споживання сировини на виробництві одягу (наприклад, стартапи з AI-дизайном)
Уповільнення	Висока вартість впровадження цифрових двійників; Нестача кадрів із навичками predictive maintenance; Відсутність культури превентивного сервісу; Застаріле обладнання;	<i>Логістика й обробка вантажів</i> , впровадження систем моніторингу технічного стану транспортного парку (Нова Пошта, SAT) <i>Можливе субсидування IT-інтеграцій для МСП</i> через регіональні фонди відновлення <i>Аграрний сектор</i> через астосування III для прогнозування зношення техніки, тракторів, комбайнів — співпраця з AgTech-стартапами
Замикання	Недостатньо розвинена інфраструктура для переробки Обмежений ринок вторинних ресурсів Висока вартість автоматизації сортування Відсутність стимулів для кооперації між виробником і переробником	<i>Рішення на базі IoT+AI</i> : розумні станції сортування (приклад — Ecois в Києві) <i>Можливість державно-приватного партнерства для модернізації сортувальних ліній</i> <i>Державне замовлення або субсидування модернізації сміттєпереробних підприємств</i> (відповідно до Національної стратегії управління відходами) <i>Фінансування з боку міжнародних програм (наприклад, ЄБРР)</i> для створення циркулярних хабів на базі індустріальних парків

*систематизовано автором на основі інформації [2;5;6;7;11;18;22]

З таблиці 1, бачимо, що попри перелічені обмеження, існують передумови для поступової адаптації ШІ-орієнтованих циркулярних бізнес-моделей в Україні. По-перше, гнучкість та динамічність українського бізнесу, особливо малого та середнього, створює сприятливе середовище для впровадження інновацій у форматі пілотних проєктів. По-друге, розвиток цифрової інфраструктури та державних платформ, таких як «Дія», «Дія.Бізнес», формує основу для побудови відкритих даних, ІТ-екосистем і цифрових сервісів для бізнесу. По-третє, високий рівень людського капіталу у сфері ІТ та аналітики даних є значною перевагою, яка дозволяє створювати адаптовані ШІ-рішення, включно з генеративними моделями для циркулярного управління.

У післявоєнний період саме потреба у відновленні економіки може слугувати каталізатором для переходу від традиційної моделі споживання до ресурсозберігаючих та гнучких інноваційних підходів, що поєднують цілі сталого розвитку з цифровими перетвореннями.

Висновки. Інтелектуалізація циркулярної економіки в умовах цифрової трансформації розглядається як один із ключових напрямів модернізації сучасних бізнес-моделей, спрямованих на досягнення екологічної, економічної та соціальної стійкості. Штучний інтелект у цьому контексті виконує роль стратегічного чинника, що забезпечує оптимізацію процесів ресурсокористування, зниження рівня відходів та створення передумов для формування замкнених виробничо-споживчих циклів.

Проведене дослідження дозволило систематизувати типологію ШІ-орієнтованих циркулярних бізнес-моделей (звуження, уповільнення, замикання ресурсних потоків) та виявити їх потенціал для формування ефективних рішень у сфері управління матеріальними і енергетичними потоками. Водночас визначено низку бар'єрів, що ускладнюють їх впровадження в національному економічному середовищі, серед яких ключовими є низький рівень цифрової зрілості підприємств, обмеженість фінансових ресурсів, кадровий дефіцит і фрагментарність регуляторної підтримки.

З метою подолання зазначених викликів обґрунтовано напрями державної політики щодо стимулювання розвитку ШІ-орієнтованих бізнес-моделей на принципах циркулярності. Зокрема, йдеться про створення сприятливих умов для реалізації пілотних проєктів у сфері цифрової переробки, смарт-логістики та ресурсоефективного виробництва, модернізацію інфраструктури, а також розвиток партнерств між бізнесом, державою й науковою спільнотою.

Інтеграція аналітичних підходів, сформульованих у межах дослідження, в стратегічне планування підприємств дозволить забезпечити гнучкість до змін, зменшити екологічні ризики та посилити конкурентоспроможність української економіки в умовах післявоєнного відновлення. Подальші дослідження доцільно зосередити на розробці інструментів оцінювання ефективності ШІ-рішень у циркулярному виробництві, емпіричних кейсах адаптації таких моделей до галузевої специфіки та побудові індикаторів цифрової циркулярної зрілості підприємств.

Список використаних джерел

1. Ahmed M., Kareem S., Abdul Shaply, et al. Exploring Innovations in AI Shaping Transformative Sustainable Development Goals: An Overview of Challenges and Opportunities. February 2025. URL: <https://www.researchgate.net/publication/388861779> (дата звернення 1.04.2025)
2. Antikainen M., Valkokari K. A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation. – Journal of Cleaner Production, 2016, Vol. 137, p. 701–712. DOI:10.22215/timreview/1000
3. Bigbelly. Smart Waste & Recycling System. URL: <https://bigbelly.com/about-us> (дата звернення 27.03.2025)
4. Chauhan C., Parida V., Dhir A. Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises // Technological Forecasting and Social Change. 2022. Vol. 177. Article 121508. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121508>.

5. Daugherty P. R., Wilson H. J. Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI. – Boston: Harvard Business Review Press, 2018. 264 p. URL: <https://hbr.org/webinar/2018/08/human-plus-machine-reimagining-work-in-the-age-of-ai> (дата звернення 1.04.2025)
6. Ecois – Smart Waste Sorting System in Ukraine]. URL: <https://ecois.com.ua/> (дата звернення 2.04.2025)
7. Ellen MacArthur Foundation. Artificial Intelligence and the Circular Economy – AI as a Tool to Accelerate the Transition. 2019. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> (дата звернення 27.03.2025)
8. EU4Digital Initiative. Digital Maturity Assessment of SMEs in the Eastern Partnership Countries. 2023. URL: <https://eufordigital.eu/> (дата звернення 01.04.2025)
9. González-Sánchez M., Garcia-Muiña F., Volpi Pini Ferrari, Settembre-Blundo D. Identifying the equilibrium point between sustainability goals and circular economy practices in an industry 4.0 manufacturing context using eco-design. Social Sciences. 2019. Vol. 8, No. 8. Article 241. DOI: 10.3390/socsci8080241.
10. Holzinger A., Kieseburg P., Tjoa A. M., et al. Digital Transformation for Sustainable Development Goals (SDGs): A Security, Safety and Privacy Perspective on AI // Lecture Notes in Computer Science. 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-84060-0_1.
11. Kalmykova Y., Sadagopan M., Rosado L. Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. Resources, Conservation and Recycling. 2018. Vol. 135. P. 190–201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>
12. Linde, N., Balian, A., Shabatura, T., Gryshova, I., Yakovenko, A., Hnatieva, T. Artificial Intelligence in Waste Management in the Context of Implementing Circular Economy. Grassroots Journal of Natural Resources, 2024, 7(3): P.149-172. Doi:<https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.0703ukr08>
13. Lu S., Serafeim G. How AI Will Accelerate the Circular Economy. Harvard Business Review. 2023. URL: <https://hbr.org/2023/06/how-ai-will-accelerate-the-circular-economy> (дата звернення 01.04.2025)
14. Madanaguli A., Sjödin D., Parida V., Mikalef P. Artificial intelligence capabilities for circular business models: Research synthesis and future agenda . Technological Forecasting and Social Change. 2024. Vol. 200. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123189>.
15. Matoušková D. Digitalization and Its Impact on Business . Review of Business & Management. 2022. Vol. 18, No. 2. P. 51–67. DOI: 10.18096/TMP.2022.02.03
16. Mboli J. S., Thakker D. K., Mishra J. L. An Internet of Things-enabled decision support system for circular economy business model. Software - Practice and Experience. 2020. DOI: 10.1002/spe.2825.
17. Mikalef P., Gupta M. Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement calibration, and empirical study on its impact on organizational creativity and firm performance . Journal of Innovation & Knowledge. 2021. Vol. 6, No. 4. P. 217–233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103434>.
18. OECD. Business Models for the Circular Economy: Opportunities and Challenges for Policy. – OECD Publishing, 2020. 140 p.
19. Parida V., Sjödin D., Reim W. Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises . Sustainability. – 2019. – Vol. 11. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11020391>.
20. Sjödin D., Parida V., Kohtamäki M. Artificial intelligence enabling circular business model innovation in digital servitization: Conceptualizing dynamic capabilities, AI capacities, business models and effects // Technological Forecasting and Social Change. – 2023. – Vol. 197. – Article 122903. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122903>.
21. Varnalii Z., Kulyk P., Nikytenko D., Cheberyako O., Hurochkina V. Circular economy implementation as a strengthening factor in the economic security of Ukraine during the post-war period. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1126. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1126/1/012006>.
22. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 URL: https://www.mepr.gov.ua/files/images/news_2021/270821/Strategy_Waste_Management_2030.pdf (дата звернення 01.04.2025)
23. Разумков Центр. SMART-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. Київ: Разумков Центр, 2021. 136 с.

References

1. Ahmed M., Kareem S., Abdul Shaply, et al. Exploring Innovations in AI Shaping Transformative Sustainable Development Goals: An Overview of Challenges and Opportunities [Electronic resource]. – February 2025. – Available at: <https://www.researchgate.net/publication/388861779>
2. Antikainen M., Valkokari K. A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation. – Journal of Cleaner Production, 2016, Vol. 137, p. 701–712.
3. Bigbelly – Smart Waste & Recycling System [Electronic resource]. – Available at: <https://bigbelly.com/about-us>
4. Chauhan C., Parida V., Dhir A. Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises. – Technological Forecasting and Social Change. – 2022. – Vol. 177. – Article 121508. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121508>.
5. Daugherty P. R., Wilson H. J. Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI. – Boston: Harvard Business Review Press, 2018. – 264 p.
6. Ecois – Smart Waste Sorting System in Ukraine [Electronic resource]. – Available at: <https://ecois.com.ua/>
7. Ellen MacArthur Foundation. Artificial Intelligence and the Circular Economy – AI as a Tool to Accelerate the Transition [Electronic resource]. – 2019. – Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
8. EU4Digital Initiative. Digital Maturity Assessment of SMEs in the Eastern Partnership Countries. – 2023. – Available at: <https://eufordigital.eu/>
9. González-Sánchez M., Garcia-Muiña F., Volpi Pini Ferrari, Settembre-Blundo D. Identifying the equilibrium point between sustainability goals and circular economy practices in an industry 4.0 manufacturing context using eco-design. – Social Sciences. – 2019. – Vol. 8, No. 8. – Article 241. – DOI: 10.3390/socsci8080241.
10. Holzinger A., Kieseberg P., Tjoa A. M., et al. Digital Transformation for Sustainable Development Goals (SDGs): A Security, Safety and Privacy Perspective on AI. – Lecture Notes in Computer Science. – 2021. – DOI: 10.1007/978-3-030-84060-0_1.
11. Kalmykova Y., Sadagopan M., Rosado L. Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. – Resources, Conservation and Recycling. – 2018. – Vol. 135. – P. 190–201.
12. Linde M., Shuaib A., Kareem K., Abdul S. Artificial Intelligence in Waste Management in the Context of Circular Economy: A Comparative Review. – Journal of Cleaner Production. – 2023. – Vol. 398. – Article 137036.
13. Lu S., Serafeim G. How AI Will Accelerate the Circular Economy [Electronic resource]. – Harvard Business Review. – 2023. – June 12. – Available at: <https://hbr.org/2023/06/how-ai-will-accelerate-the-circular-economy>
14. Madanaguli A., Sjödin D., Parida V., Mikalef P. Artificial intelligence capabilities for circular business models: Research synthesis and future agenda. – Technological Forecasting and Social Change. – 2024. – Vol. 200. – Article 123189. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123189>.
15. Matoušková D. Digitalization and Its Impact on Business. – Review of Business & Management. – 2022. – Vol. 18, No. 2. – P. 51–67. – DOI: 10.18096/TMP.2022.02.03.
16. Mboli J. S., Thakker D. K., Mishra J. L. An Internet of Things-enabled decision support system for circular economy business model. – Software – Practice and Experience. – 2020. – DOI: 10.1002/spe.2825.
17. Mikalef P., Gupta M. Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement calibration, and empirical study on its impact on organizational creativity and firm performance. – Journal of Innovation & Knowledge. – 2021. – Vol. 6, No. 4. – P. 217–233. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103434>.
18. OECD. Business Models for the Circular Economy: Opportunities and Challenges for Policy. – OECD Publishing, 2020. – 140 p.
19. Parida V., Sjödin D., Reim W. Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises. – Sustainability. – 2019. – Vol. 11. – Article 391. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su11020391>.

20. Sjödin D., Parida V., Kohtamäki M. Artificial intelligence enabling circular business model innovation in digital servitization: Conceptualizing dynamic capabilities, AI capacities, business models and effects. – Technological Forecasting and Social Change. – 2023. – Vol. 197. – Article 122903. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122903>.
21. Varnalii Z., Kulyk P., Nikytenko D., Cheberyako O., Hurochkina V. Circular economy implementation as a strengthening factor in the economic security of Ukraine during the post-war period. – IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2023. – Vol. 1126. – Article 012006. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1126/1/012006>.
22. National waste management strategy of Ukraine until 2030 [Electronic resource]. – Available at: https://www.mepr.gov.ua/files/images/news_2021/270821/Strategy_Waste_Management_2030.pdf
23. Razumkov Tsentr. SMART-infrastruktura u stalomu rozvytku mist: svitovyi dosvid ta perspektyvy Ukrainy. – Kyiv: Razumkov Tsentr, 2021. 136 s.

AI-ENABLED BUSINESS MODELS IN THE CIRCULAR ECONOMY: UKRAINIAN CONTEXT

Lisova Ruslana Myroslavivna

Doctor of Philosophy (PhD)

Assistant of the Department of Business Economics

Taras Shevchenko National University of Kyiv

90A Vasylkivska str., 03022, Kyiv, Ukraine

e-mail: ruslana_lisova@knu.ua

<https://orcid.org/0000-0001-7999-1078>

Abstract. The article under discussion herein expounds upon the conceptual framework for integrating artificial intelligence (AI) technologies into business transformation processes in the context of achieving sustainable development goals through the implementation of circular business models. The primary focus is directed towards the potential of AI as a catalyst for transformative changes in conventional business practices, encompassing the enhancement of energy efficiency, the reduction of greenhouse gas emissions, and the optimization of resource utilization. The author undertakes a thorough analysis of three distinct categories of AI-oriented circular models: narrowing, slowing down, and closing resource flows. The use of intelligent technologies has been demonstrated to facilitate the identification of bottlenecks in business processes, the prediction of maintenance needs through predictive analytics, and the assurance of material reuse through AI-technologies. The paper critically assesses the prerequisites for implementing such models in the Ukrainian context. The analysis identifies several key barriers to the adoption of these models in Ukraine. These include the low level of digital maturity of enterprises, limited access to modern digital solutions, outdated waste processing infrastructure, a shortage of specialists with relevant digital competencies, and a lack of incentive government policies. Concurrently, a range of opportunities for technological breakthroughs have been identified, including the flexibility of small and medium-sized businesses, the active development of national digital platforms (particularly Diia), and a substantial human capital base in the domains of IT and data analytics. A conceptual analytical framework is proposed for further empirical research using machine learning methods and synthetic data to assess the impact of AI on sustainable development indicators. The paper goes on to offer a series of recommendations, including the integration of AI into the economy through the support of pilot projects, the development of public-private partnerships, the digitalization of material flows, and the formation of a circular innovation ecosystem. The article posits a theoretical foundation for prospective applied research and the formulation of strategic decisions within the domain of sustainable business. This framework is situated within the broader context of digital transformation and post-war economic recovery.

Keywords: digital transformation of business, artificial intelligence, sustainable development of enterprises, circular business models, regression modeling.