

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE DIGITAL ERA:
ASSESSMENT AND ANALYSIS METHODOLOGY
FOR IT ENTERPRISES**

**СТАЛИЙ РОЗВИТОК У ЦИФРОВУ ЕПОХУ:
МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ТА АНАЛІЗУ ІТ-ПІДПРИЄМСТВ**

Halyna Koshelok¹

Olena Pavlova²

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-602-7-42>

Abstract. Assessment of sustainable development in IT enterprises represents a critical challenge in the contemporary digital economy, where traditional sustainability frameworks prove inadequate for capturing the comprehensive impact of digital technologies on economic, social, and environmental dimensions. *The purpose* of the research is to develop theoretical and methodological foundations for assessing sustainable development of IT enterprises based on the novel concept of digital sustainability footprint and to establish a system of criteria and analytical directions adapted to digital economy specifics. The solution of such research problems determines the logic of the presentation of the studied material: theoretical analysis of sustainable development concept evolution and ICT role in sustainability provision; systematisation of contemporary assessment approaches and identification of their limitations; development of digital sustainability footprint concept as an integral indicator; formation of adapted assessment criteria system for IT enterprises; determination of key analytical directions for sustainable development assessment. *Methodology* of the study is based on systems approach for analysing interconnections between digitalization and sustainability aspects, comparative analysis for systematising existing sustainability assessment approaches, structural-

¹ Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of Economy of enterprise and Business Organization,
Odesa National Economic University, Ukraine

² Postgraduate student,
Department of Economy of enterprise and Business Organization,
Odesa National Economic University, Ukraine

functional analysis for developing the conceptual model of digital sustainability footprint, and methods of generalisation and synthesis for forming an integrated system of criteria and analytical directions. The research also employs analysis of contemporary scientific literature, international standards, and practices of leading IT companies in corporate sustainability. *Results* of the survey showed that existing sustainability assessment frameworks encounter significant limitations when applied to IT enterprises, including fragmentation of approaches, self-reporting problems, insufficient data for comprehensive indirect impact assessment, and cultural-contextual differences. The study reveals that traditional ESG frameworks require substantial adaptation to adequately reflect digital economy specifics, particularly the intangible nature of products, high technological dynamics, and systemic impact on other industries. The research introduces the concept of "Digital Sustainability Footprint" (DSF) as an integral indicator comprising four components: direct digital impact (immediate consequences of IT infrastructure operation), indirect digital impact (effects from client use of IT products), systemic digital impact (long-term structural changes in economy and society), and negative digital impact (risks and threats associated with digitalization). A comprehensive system of sustainability assessment criteria specifically adapted for IT enterprises was developed, encompassing economic criteria (innovation, service orientation, digital transformation), environmental criteria (data center energy efficiency, CO₂ emissions, green coding), social criteria (digital inclusion, corporate culture, employee wellbeing), and governance criteria (transparency, risk management, resilience). The study establishes five key analytical directions: business models and digital transformation, product and software lifecycle, environmental impacts, social aspects, and multi-criteria approaches, each supported by specific indicators and methodological recommendations. *Practical implications.* The developed approaches enable IT enterprises to conduct comprehensive sustainability self-assessment and strategic planning, provide investors and analysts with new tools for informed ESG investment decisions, offer regulators methodology for developing industry standards for digital sustainability, and supply international organisations with scientific justification for adapting existing corporate reporting frameworks to IT sector specifics. The three-level assessment system with short-term, medium-term, and

long-term horizons allows for integration of DSF concept into corporate reporting, enabling IT enterprises to demonstrate their comprehensive contribution to UN Sustainable Development Goals achievement. *Value/ originality*. The effectiveness of the digital sustainability footprint concept, which creates opportunities for comprehensive evaluation of cascading effects from digital technology implementation, addresses a critical gap in current sustainability assessment methodologies and provides a foundation for new corporate responsibility standards in the IT sector, encouraging further development of sustainability theory and practice in the digital transformation era.

1. Вступ

Актуальність дослідження обумовлена декількома ключовими факторами. По-перше, зростаючими вимогами міжнародної спільноти, інвесторів та регуляторів щодо прозорості звітності про вплив бізнесу на сталий розвиток, що особливо актуально для ІТ-сектору через його системний вплив на всі сфери суспільства. По-друге, недостатністю існуючих методологій оцінки для адекватного відображення специфіки цифрової економіки, де традиційні ESG-критерії потребують значної адаптації та доповнення. По-третє, необхідністю розробки інструментарію для управління «цифровим слідом сталості» – новим феноменом, що виникає внаслідок каскадного впливу ІТ-технологій на сталий розвиток різних галузей та суспільства загалом.

Наукова новизна роботи полягає у розробці концептуально нового підходу до оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств через введення концепції «цифрового сліду сталості» (Digital Sustainability Footprint, DSF). На відміну від існуючих підходів, які зосереджуються переважно на прямому впливі підприємств, запропонована концепція враховує чотири рівні впливу: прямий, непрямий, системний та негативний цифровий вплив. Це дозволяє комплексно оцінити роль ІТ-підприємства у досягненні цілей сталого розвитку, враховуючи як позитивні ефекти від цифровізації, так і потенційні ризики. Крім того, наукову новизну становить систематизація та адаптація критеріїв оцінки сталості до специфіки ІТ-сфери, а також розробка інтегрованої системи напрямів аналізу, що поєднує традиційні ESG-підходи з індикаторами цифрової трансформації.

Мета дослідження – розробка теоретико-методологічних засад оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств на основі концепції DSF. Для її досягнення поставлено завдання: проаналізувати еволюцію концепції сталого розвитку та роль ІКТ; систематизувати сучасні підходи до оцінки сталості та виявити їх обмеження; обґрунтувати концепцію DSF; сформувати систему критеріїв для ІТ-підприємств; визначити напрями аналізу та рекомендації щодо практичного застосування.

Методологія дослідження базується на комплексному використанні загальнонаукових та спеціальних методів. Системний підхід застосовано для аналізу взаємозв'язків між різними аспектами сталого розвитку та цифровізації. Метод порівняльного аналізу використано для систематизації існуючих підходів до оцінки сталості та виявлення їх переваг і недоліків. Структурно-функціональний аналіз дозволив розробити концептуальну модель цифрового сліду сталості та визначити її компоненти. Методи узагальнення та синтезу застосовано для формування інтегрованої системи критеріїв та напрямів аналізу. Дослідження також спирається на аналіз сучасної наукової літератури, міжнародних стандартів та практик провідних ІТ-компаній у сфері корпоративної сталості.

Логіка подання матеріалу побудована за принципом від загального до конкретного та реалізується у структурі роботи, що передбачає поступовий перехід від теоретичних засад сталого розвитку до прикладних аспектів оцінки й аналізу сталості ІТ-підприємств.

Результати дослідження мають як теоретичне, так і практичне значення. Теоретичний внесок полягає у розвитку концептуальних засад оцінки корпоративної сталості в умовах цифровізації. Практична цінність роботи визначається можливістю використання розроблених підходів ІТ-підприємствами для самооцінки та стратегічного планування, інвесторами для прийняття рішень, регуляторами для розробки галузевих стандартів, а також дослідниками для подальшого розвитку теорії сталого розвитку в цифрову епоху.

2. Теоретичні засади сталого розвитку підприємств

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується масштабною цифровою трансформацією, що радикально змінює підходи до ведення бізнесу та створює нові виклики для забезпечення сталого

розвитку підприємств. Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) перетворилися з допоміжного інструменту на ключовий драйвер економічного зростання, водночас створюючи унікальні можливості та ризики для досягнення цілей сталості. У цьому контексті особливої актуальності набуває необхідність розробки спеціалізованих підходів до оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств, які б враховували специфіку цифрової економіки та комплексний вплив технологій на економічні, соціальні та екологічні аспекти діяльності.

Концепція сталого розвитку пройшла значну еволюцію від моменту свого зародження в середині ХХ століття до сучасних інтегрованих підходів, що охоплюють економічні, соціальні та екологічні аспекти функціонування підприємств. Одним із найбільш цитованих визначень сталого розвитку є формулювання Комісії Брундтланд: «Сталий розвиток – це розвиток, який задовольняє потреби сучасного покоління, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби» [1]. Це визначення заклало основу для розуміння багатовимірної природи сталості, яка вимагає збалансування економічного зростання, соціальної справедливості та екологічної відповідальності.

Еволюція концепції сталого розвитку відображає зростаючу усвідомленість міжнародної спільноти щодо необхідності інтеграції екологічних та соціальних факторів у процеси економічного розвитку. Починаючи з Конференції у Ріо-де-Жанейро, міжнародна спільнота почала розглядати альтернативні підходи до вимірювання прогресу, зокрема заміну валового національного продукту на «зелений національний продукт», що враховує екологічні втрати та соціальні наслідки економічної діяльності [1].

У теоретичній літературі виділяють два основні підходи до сталості: слабку та сильну сталість [1]. Слабка сталість передбачає можливість заміщення природного капіталу іншими формами капіталу за умови збереження загального рівня суспільного добробуту. Натомість сильна сталість вимагає збереження структури та функцій екосистем, їх цілісності, що відповідає принципу обережності та передбачає нульове зростання як населення, так і економіки.

Сучасні міжнародні ініціативи, зокрема Цілі сталого розвитку ООН, прийняті у 2015 році, представляють комплексний підхід до досягнення сталості через 17 інтегрованих цілей [1]. Ці цілі охоплю-

ють широкий спектр викликів – від подолання бідності та забезпечення якісної освіти до захисту планети та забезпечення миру і процвітання для всіх людей до 2030 року.

Особливе місце в сучасній парадигмі сталого розвитку займає концепція ESG (Environmental, Social, and Governance), яка стала домінуючим фреймворком для оцінки корпоративної сталості. ESG-критерії охоплюють екологічні показники (зміна клімату, викиди парникових газів, управління відходами), соціальні аспекти (умови праці, права людини, розвиток спільнот) та управлінські практики (корпоративне управління, етика бізнесу, прозорість звітності).

Паралельно розвивається концепція корпоративної соціальної відповідальності (CSR), яка акцентує увагу на добровільних зобов'язаннях підприємств щодо внеску в суспільний розвиток та мінімізації негативного впливу їх діяльності. CSR стала інтегральною частиною бізнес-стратегій багатьох компаній, особливо в контексті зростаючих очікувань стейкхолдерів щодо відповідальної поведінки бізнесу.

На рівні підприємств сталий розвиток набуває специфічних характеристик, які відрізняють його від загальноекономічної концепції. Сталість підприємства передбачає здатність організації створювати довгострокову вартість для всіх зацікавлених сторін, одночасно мінімізуючи негативний вплив на навколишнє середовище та сприяючи соціальному прогресу [1]. Це вимагає інтеграції принципів сталості в усі аспекти діяльності підприємства – від стратегічного планування до операційної діяльності.

Сутність сталого розвитку підприємства розкривається через концепцію «потрійного результату» (Triple Bottom Line), запропоновану Джоном Елкінгтоном. Ця концепція передбачає одночасне досягнення економічних (прибутки), соціальних (люди) та екологічних (планета) цілей [2, с. 2]. Економічна складова включає традиційні показники фінансової ефективності, але розширює їх за рахунок довгострокового створення вартості. Соціальна складова охоплює вплив на працівників, клієнтів, постачальників та місцеві спільноти. Екологічна складова стосується мінімізації негативного впливу на довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

Важливу роль у забезпеченні сталого розвитку підприємств відіграють інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ). Цифровізація

створює нові можливості для підвищення ефективності використання ресурсів, зменшення екологічного сліду та покращення соціальних результатів діяльності [1]. ІКТ сприяють інноваціям та підвищенню продуктивності завдяки розширенню доступу до інформації та знань.

Теоретичні дослідження демонструють двоякий характер впливу ІКТ на сталий розвиток. З одного боку, технології можуть сприяти досягненню цілей сталості через підвищення енергоефективності, зменшення потреби в транспортуванні, покращення доступу до освіти та охорони здоров'я [2, с. 3]. З іншого боку, виробництво та використання ІКТ може призводити до виснаження природних ресурсів, забруднення довкілля та поглиблення цифрового розриву [2, с. 4].

Особливо актуальною є концепція «зеленого» ІКТ, яка передбачає використання технологій для зменшення енергоспоживання, підвищення ефективності використання матеріалів та зниження інтенсивності викидів парникових газів [2, с. 5]. Це включає розробку енергоефективного обладнання, оптимізацію дата-центрів, використання відновлюваних джерел енергії та впровадження принципів циркулярної економіки в ІКТ-секторі.

Роль цифровізації в забезпеченні сталого розвитку підприємств розкривається через декілька ключових механізмів. По-перше, ІКТ дозволяють оптимізувати бізнес-процеси, знижуючи витрати ресурсів та підвищуючи ефективність операцій. По-друге, цифрові технології створюють нові можливості для моніторингу та управління екологічними показниками діяльності. По-третє, ІКТ сприяють розвитку нових бізнес-моделей, орієнтованих на принципи циркулярної економіки та спільного споживання.

Водночас важливо враховувати обмеження та ризики, пов'язані з цифровізацією. Технологічні рішення не є панацеєю для всіх проблем сталості і можуть створювати нові виклики [2, с. 4]. Ефективність ІКТ у сприянні сталому розвитку значною мірою залежить від контексту їх застосування, рівня розвитку інфраструктури та здатності організацій інтегрувати технології в свої бізнес-процеси.

Теоретичні засади сталого розвитку підприємств формують основу для розуміння складної взаємодії між економічними, соціальними та екологічними факторами в сучасному бізнес-середовищі. Еволюція від традиційних підходів до максимізації прибутку до інтегрованих

моделей сталості відображає зміну парадигми корпоративної відповідальності. Роль ІКТ у цьому процесі є двоякою – технології можуть як сприяти досягненню цілей сталості, так і створювати нові виклики, що вимагає виваженого підходу до їх впровадження та використання.

3. Сучасні підходи до оцінки сталого розвитку

Сучасні підходи до оцінки сталого розвитку характеризуються множинністю методологій та інструментів, що відображають складність та багатоаспектність цієї проблематики. Світова практика демонструє активне впровадження різноманітних стандартів та індикаторів, які покликані забезпечити об'єктивну оцінку досягнень підприємств у сфері сталості.

Міжнародні стандарти та індикатори оцінки сталого розвитку формують основу для порівняльного аналізу діяльності підприємств різних країн та галузей. Глобальна ініціатива звітності (GRI) встановлює комплексні рекомендації щодо розкриття інформації про економічні, екологічні та соціальні аспекти діяльності організацій [3, с. 1427]. Стандарт ISO 26000 надає керівні принципи соціальної відповідальності, визначаючи ключові сфери та питання, які підприємства повинні враховувати у своїй діяльності.

Концепція ESG (Environmental, Social, and Governance) набула широкого визнання як інтегрований підхід до оцінки корпоративної сталості. Екологічна складова ESG охоплює показники енергоефективності, викидів парникових газів, управління відходами та водними ресурсами. Соціальна компонента включає питання охорони праці, розвитку людського капіталу, взаємодії з місцевими спільнотами та дотримання прав людини. Управлінська складова стосується корпоративного управління, етики ведення бізнесу, управління ризиками та прозорості звітності [3, с. 1426].

Індикатори Цілей сталого розвитку ООН (SDG Indicators) створюють глобальну систему відстеження прогресу у досягненні сталості на національному та корпоративному рівнях. Ці індикатори структуровані навколо 17 цілей та 169 завдань, що охоплюють економічні, соціальні та екологічні аспекти розвитку [4, с. 4]. Проте адаптація цих індикаторів для корпоративного використання залишається складним завданням через їх первинну орієнтацію на національний рівень.

Кількісні та якісні моделі оцінки сталого розвитку представляють різні методологічні підходи до аналізу корпоративної діяльності. Кількісні моделі базуються на числових показниках та математичних розрахунках, що дозволяє проводити порівняльний аналіз та встановлювати чіткі цільові значення. Модель оцінки сталого розвитку організацій через кількісне моделювання пропонує використання коефіцієнта D, який враховує відхилення від еталонних значень ЄС, економічну ефективність та важливість індикаторів [5, с. 12]. Формула розрахунку включає три ключові компоненти: терміновість (відхилення від еталонних показників), економічну ефективність та значущість індикаторів для бізнесу.

Різноманітність існуючих підходів до оцінки сталого розвитку можна систематизувати відповідно до їх основних характеристик та обмежень. Таблиця 1 демонструє порівняльний аналіз основних методологій оцінки сталості підприємств.

Матриця ймовірності та впливу для розрахунку фактора економічної ефективності SDG демонструє комплексний підхід до оцінки витрат та потенційних вигод від впровадження практик сталого розвитку [5, с. 10-11]. Ця матриця враховує часові горизонти досягнення результатів та масштаби економічного ефекту, що дозволяє підприємствам приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій у сталість.

Якісні моделі оцінки зосереджуються на аналізі процесів, політик та практик підприємств, використовуючи експертні оцінки та описові характеристики. Такі моделі особливо корисні для оцінки управлінських аспектів сталості, корпоративної культури та стратегічних підходів до інтеграції принципів сталого розвитку.

Технологічна оцінка та інтеграція критеріїв у життєвий цикл продуктів відображають сучасні тенденції розширення меж оцінки сталості. Оцінка життєвого циклу (LCA) стає основою для розуміння повного впливу продукції підприємства на навколишнє середовище та суспільство [3, с. 1428]. Інтеграція принципів LCA у систему оцінки корпоративної сталості дозволяє виявляти найбільш проблемні етапи виробничого процесу та розробляти цільові заходи для їх оптимізації.

**Порівняльна характеристика основних методологій оцінки
сталого розвитку підприємств**

Методологія	Основні характеристики	Обмеження	Сфера застосування
Принципи Белладжо	Встановлює параметри аналізу для визначення індикаторів сталості, комплексне інституційне бачення сталості	Представляє принципи без деталізації їх імплементації	Концептуальна основа для розробки індикаторів
Модель Далі та Медоуза	Ієрархічний підхід до вимірювання триєдності сталості, взаємозв'язок усіх секторів суспільства з природою	Не надає засобів імплементації, залишається на теоретичному рівні	Теоретичне обґрунтування структури сталості
Модель «Тиск-Стан-Вплив-Відповідь»	Чотири основні аспекти: ідентифікація проблем, кількісна оцінка, деталізація впливу, реагування	Індивідуалізація тисків не враховує глобальні аспекти та непрямі впливи	Екологічна оцінка та моніторинг
Призма сталості	Чотири виміри: соціальний, економічний, екологічний та інституційний. Включає голос спільноти	Не описує шляхи досягнення встановлених цілей	Комплексна оцінка корпоративної сталості
Індикатори GRI	Керівництво для розуміння та розкриття внеску в досягнення сталого розвитку	Фокус на критеріях, де компанія показує хороші результати	Корпоративна звітність та розкриття інформації
ESG-аналіз	Оцінка екологічних, соціальних та управлінських аспектів діяльності	Відсутність стандартизованих підходів до оцінки та зважування критеріїв	Інвестиційний аналіз та ризик-менеджмент
STRL (Sustainable Technology Readiness Level)	Інтеграція критеріїв сталості з рівнями технологічної готовності	Складність адаптації до різних типів продуктів та послуг	Оцінка інноваційних проєктів та стартапів

Джерело: складено авторами на основі [3, с. 1427-1428; 5, с. 2-3; 6, с. 4]

Рамкова програма Sustainability Technology Readiness Level (STRL) демонструє інноваційний підхід до інтеграції критеріїв сталості на ранніх стадіях розробки продукції [6, с. 20-21]. Ця методологія

поєднує технологічну готовність із показниками сталості, створюючи можливості для превентивного впровадження екологічних та соціальних критеріїв у процес інновацій.

Абсолютні індикатори сталості представляють нову парадигму в оцінці корпоративної діяльності, орієнтуючись на планетарні межі та граничні значення екосистемних послуг [3, с. 1429]. На відміну від відносних показників, які порівнюють підприємства між собою, абсолютні індикатори встановлюють чіткі межі допустимого впливу на основі наукових даних про планетарні межі та соціальні пороги.

Екологічні абсолютні індикатори сталості охоплюють показники викидів парникових газів, споживання водних ресурсів, використання земельних ресурсів та вплив на біорізноманіття. Концепція Science-Based Targets ініціативи (SBTi) встановлює науково обґрунтовані цілі щодо скорочення викидів парникових газів відповідно до цілей Паризької угоди [3, с. 1429]. Ця методологія дозволяє підприємствам встановлювати амбітні, але досяжні цілі щодо кліматичних дій.

Соціальні абсолютні індикатори сталості включають показники забезпечення базових потреб людини, справедливого розподілу ресурсів та можливостей [3, с. 1434]. Модель «пончика» (Doughnut Economics) Кейт Раворт визначає соціальну основу, яка включає доступ до їжі, житла, охорони здоров'я, освіти та інших основних потреб.

Існуючі фреймворки оцінки сталого розвитку стикаються з низкою обмежень та викликів, які ускладнюють їх ефективне застосування. Фрагментарність підходів призводить до появи множини стандартів та методологій, що ускладнює порівняльний аналіз та створює додаткове навантаження на підприємства [4, с. 3]. Різні системи оцінки часто надають суперечливі результати для одних і тих же підприємств, що підриває довіру стейкхолдерів до таких оцінок.

Проблема самозвітування залишається критичною для забезпечення об'єктивності оцінки. Підприємства мають стимули до приховування негативних аспектів своєї діяльності та перебільшення позитивних результатів, що призводить до явища «зеленого відмивання» [4, с. 7]. Обмежена кількість незалежних верифікацій та аудитів ускладнює виявлення таких практик.

Недостатність даних для комплексної оцінки впливу підприємств

на сталий розвиток особливо проявляється у сфері оцінки впливу на ланцюги постачання, біорізноманіття та соціальні аспекти діяльності [3, с. 1436]. Більшість існуючих систем оцінки зосереджуються на прямому впливі підприємств, не враховуючи непрямі ефекти через ланцюги вартості.

Технологічні обмеження у сфері обробки та аналізу великих обсягів неструктурованої інформації ускладнюють створення комплексних систем оцінки. Штучний інтелект та аналітика великих даних створюють нові можливості для підвищення точності та повноти оцінки корпоративної сталості [4, с. 8]. Проте ці технології потребують значних інвестицій у розробку та впровадження, що може обмежувати їх доступність для малих та середніх підприємств.

Культурні та контекстуальні відмінності між країнами та регіонами створюють додаткові виклики для стандартизації підходів до оцінки сталості. Пріоритети сталого розвитку можуть суттєво відрізнятися залежно від рівня економічного розвитку, екологічних умов та соціально-культурних особливостей [6, с. 27-28]. Це вимагає розробки гнучких підходів, які можуть адаптуватися до місцевих умов, зберігаючи при цьому можливість міжнародного порівняння.

4. Критерії оцінки сталого розвитку IT-підприємств

Формування ефективної системи оцінки сталого розвитку IT-підприємств потребує комплексного підходу до визначення та структурування критеріїв, які відображають специфічні особливості цифрової економіки та технологічної діяльності. Сучасні IT-підприємства стикаються з унікальними викликами у сфері сталості, які відрізняються від традиційних виробничих галузей через нематеріальний характер продукції, високу технологічну динаміку та значний вплив на цифрову трансформацію суспільства.

1. Економічні критерії сталого розвитку IT-підприємств. Економічна складова сталого розвитку IT-підприємств характеризується специфічними показниками, які відображають особливості ведення бізнесу в умовах цифрової економіки. Прибутковість у IT-сфері тісно пов'язана з інноваційною діяльністю та здатністю до швидкої адаптації до мінливих ринкових умов. Цифрові технології дозволяють IT-підприємствам досягати економії від масштабу через розробку програм-

ного забезпечення, яке може бути тиражовано без значних додаткових витрат [7, с. 1].

Інноваційність як критерій економічної сталості проявляється через інвестиції в дослідження та розробки, кількість патентів та інновацій, а також швидкість впровадження нових технологій. ІТ-підприємства демонструють високий рівень інноваційної активності, що сприяє їх довгостроковій конкурентоспроможності та економічній стійкості. Цифрова трансформація власних бізнес-процесів дозволяє підприємствам підвищувати операційну ефективність та створювати нові джерела доходів [7, с. 2].

Сервісна орієнтованість стає ключовим чинником економічної сталості ІТ-підприємств. Перехід від продуктоцентричного до сервісоцентричного підходу дозволяє створювати стабільні джерела доходів та підвищувати лояльність клієнтів. Цифрові технології забезпечують можливість надання персоналізованих послуг та підтримки клієнтів у режимі реального часу, що значно покращує економічні показники діяльності [7, с. 4].

2. Екологічні критерії сталого розвитку ІТ-підприємств. Екологічні аспекти сталого розвитку ІТ-підприємств охоплюють як прямий, так і непрямий вплив на навколишнє середовище. Енергоефективність дата-центрів є одним з найважливіших критеріїв екологічної сталості, оскільки ІТ-інфраструктура споживає значні обсяги електроенергії. Впровадження енергоефективних технологій, використання відновлюваних джерел енергії та оптимізація архітектури дата-центрів дозволяють суттєво знизити екологічний слід ІТ-підприємств.

Викиди парникових газів від діяльності ІТ-підприємств включають як прямі викиди від енергоспоживання, так і непрямі викиди від виробництва обладнання та його утилізації. Розрахунок вуглецевого сліду повинен охоплювати весь життєвий цикл ІТ-продукції та послуг, включаючи етапи розробки, впровадження, експлуатації та утилізації. Цифрові технології можуть сприяти зниженню викидів через демаціалізацію процесів та підвищення ефективності використання ресурсів в інших галузях [7, с. 3].

Використання «зелених» технологій стає важливим критерієм екологічної відповідальності ІТ-підприємств. Це включає впровадження технологій штучного інтелекту для оптимізації енергоспоживання,

використання хмарних обчислень для підвищення ефективності використання ресурсів, а також розробку програмного забезпечення з урахуванням принципів екологічної ефективності. Концепція «green coding» передбачає створення алгоритмів та програм, які мінімізують споживання обчислювальних ресурсів та енергії.

3. Соціальні критерії сталого розвитку IT-підприємств. Соціальна складова сталого розвитку IT-підприємств охоплює широкий спектр питань, пов'язаних з впливом на суспільство та працівників. Цифрова інклюзія є ключовим критерієм соціальної відповідальності, який передбачає забезпечення рівного доступу до цифрових технологій та послуг для всіх верств населення незалежно від їх соціально-економічного статусу, географічного розташування чи фізичних можливостей.

Корпоративна культура IT-підприємств характеризується високим рівнем інноваційності, гнучкості та орієнтації на результат. Критерії оцінки корпоративної культури включають рівень задоволеності працівників, можливості професійного розвитку, баланс між роботою та особистим життям, а також культуру інклюзивності та різноманітності. IT-підприємства часто впроваджують гнучкі форми зайнятості та дистанційну роботу, що сприяє покращенню якості життя працівників.

Добробут співробітників у IT-сфері оцінюється через систему соціальних гарантій, можливості навчання та розвитку, безпечні умови праці, а також ментальне здоров'я персоналу. Високий рівень стресу та ризик професійного вигорання в IT-галузі роблять особливо важливими програми підтримки психологічного здоров'я співробітників та забезпечення здорового балансу між роботою та відпочинком.

4. Управлінські критерії сталого розвитку IT-підприємств. Управлінські аспекти сталого розвитку IT-підприємств включають систему корпоративного управління, прозорість звітності та ефективність ризик-менеджменту. Прозорість діяльності передбачає відкритість інформації про фінансові показники, екологічний вплив, соціальні ініціативи та стратегічні цілі підприємства. IT-підприємства мають унікальні можливості для забезпечення прозорості через використання цифрових платформ та технологій blockchain для верифікації інформації.

Ризик-менеджмент у IT-сфері охоплює кібербезпеку, захист персональних даних, технологічні ризики та ризики репутації. Система управління ризиками повинна враховувати швидкі зміни в технологіч-

ному середовищі, регулятивні вимоги щодо захисту даних та потенційні загрози кібербезпеки. Резильентність ІТ-підприємств залежить від їх здатності швидко адаптуватися до нових викликів та забезпечувати безперервність бізнес-процесів [8, с. 12].

Система корпоративного управління ІТ-підприємств характеризується високим рівнем гнучкості та адаптивності. Критерії оцінки включають ефективність ради директорів, незалежність аудиту, системи внутрішнього контролю та процедури прийняття стратегічних рішень. Впровадження принципів ESG (екологічних, соціальних та управлінських) у систему корпоративного управління стає обов'язковою умовою для забезпечення довгострокової сталості ІТ-підприємств.

Аналіз міжнародних практик оцінки сталого розвитку показує, що ІТ-підприємства все частіше інтегрують специфічні технологічні критерії у традиційні ESG-фреймворки. Таблиця 2 демонструє порівняння критеріїв оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств з міжнародними стандартами.

Таблиця 2

Порівняння критеріїв оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств з міжнародними стандартами

Критерій	Традиційні ESG-стандарти	Специфічні критерії для ІТ-підприємств	Міжнародні ініціативи
Економічні показники	Прибутковість, ліквідність, фінансова стабільність	Інноваційність, R&D інвестиції, сервісна орієнтація	UN SDG 8, 9
Екологічні показники	Викиди CO ₂ , водокористування, відходи	Енергоефективність дата-центрів, цифровий слід, green coding	UN SDG 7, 13
Соціальні показники	Умови праці, розвиток персоналу, безпека	Цифрова інклюзія, кібербезпека, захист приватності	UN SDG 4, 5, 10
Управлінські показники	Корпоративне управління, етика, комплаєнс	Прозорість алгоритмів, управління даними, технологічна етика	UN SDG 16, 17

Джерело: складено авторами на основі [8, с. 8-10; 9, с. 6-9]

Міжнародні стандарти, такі як GRI (Global Reporting Initiative) та SASB (Sustainability Accounting Standards Board), поступово адапту-

ються до специфіки ІТ-галузі. Розробляються нові метрики для оцінки впливу штучного інтелекту на суспільство, критерії етичного використання даних та показники цифрової інклюзії. Європейський Союз активно розробляє регулятивну базу для цифрової сталості, включаючи вимоги до енергоефективності дата-центрів та прозорості алгоритмів штучного інтелекту [9, с. 11].

Провідні ІТ-компанії, такі як Microsoft, Google та Apple, впроваджують власні стандарти сталості, які часто випереджають регулятивні вимоги. Ці компанії інвестують у відновлювану енергетику, розробляють карбон-нейтральні продукти та впроваджують принципи циркулярної економіки у своїх бізнес-моделях. Їх досвід стає основою для формування галузевих стандартів та кращих практик [7, с. 15].

Інтеграція критеріїв сталого розвитку у систему оцінки ІТ-підприємств потребує врахування динамічного характеру технологічного розвитку та специфічних ризиків цифрової економіки. Ефективна система критеріїв повинна бути гнучкою та адаптивною, здатною швидко реагувати на технологічні інновації та зміни у регулятивному середовищі. Це створює основу для розробки комплексних напрямків аналізу сталого розвитку, які дозволять ІТ-підприємствам ефективно управляти своєю сталістю та створювати довгострокову вартість для всіх зацікавлених сторін.

Розвиток теоретичних засад оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств потребує введення нової концептуальної категорії, яка б відображала унікальний характер впливу цифрових технологій на всі аспекти сталості. У цьому контексті пропонується концепція «цифрового сліду сталості» (Digital Sustainability Footprint, DSF) – інтегрального показника, що характеризує сукупний вплив цифровізації підприємства на досягнення цілей сталого розвитку.

Цифровий слід сталості відрізняється від традиційних підходів до оцінки тим, що враховує не лише прямі наслідки діяльності ІТ-підприємства, а й каскадні ефекти від впровадження цифрових рішень у різних сферах економіки та суспільства. На відміну від вуглецевого сліду, який зосереджується виключно на екологічних аспектах, DSF охоплює економічні, соціальні, екологічні та управлінські виміри цифрової трансформації (рис. 1).

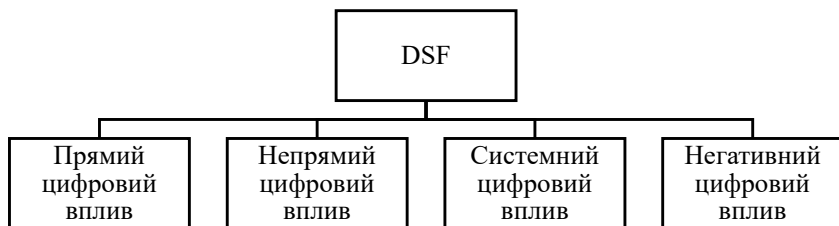


Рис. 1. Концепція цифрового сліду сталості

Джерело: розроблено авторами

Прямий цифровий вплив охоплює безпосередні наслідки функціонування ІТ-інфраструктури підприємства, включаючи енергоспоживання дата-центрів, викиди від виробництва обладнання, соціальні умови праці в ІТ-сфері та прозорість управлінських процесів. Цей компонент є найбільш вимірюваним та традиційно враховується в існуючих системах оцінки корпоративної сталості.

Непрямий цифровий вплив стосується ефектів від використання ІТ-продуктів та послуг клієнтами підприємства. Це включає зменшення паперового документообігу завдяки цифровізації, оптимізацію логістичних процесів через впровадження smart-систем, підвищення енергоефективності будівель через IoT-технології, а також соціальні наслідки від розширення доступу до цифрових сервісів.

Системний цифровий вплив відображає довгострокові структурні зміни в економіці та суспільстві, спричинені цифровою трансформацією. Це може включати появу нових бізнес-моделей, що сприяють циркулярній економіці, формування цифрових платформ для спільного споживання, розвиток дистанційної освіти та телемедицини, а також зміни в структурі зайнятості.

Негативний цифровий вплив охоплює ризики та загрози, пов'язані з цифровізацією, включаючи поглиблення цифрового розриву, ризики кібербезпеки, втрату приватності, технологічну залежність та потенційне скорочення робочих місць через автоматизацію.

Методологія оцінки цифрового сліду сталості базується на принципах життєвого циклу та системного аналізу. Оцінка проводиться за трьома часовими горизонтами: короткостроковий (1-2 роки), середньо-

строковий (3-5 років) та довгостроковий (понад 5 років). Це дозволяє врахувати як негайні ефекти від впровадження цифрових технологій, так і їх довгострокові наслідки для сталого розвитку.

Практичне застосування концепції DSF передбачає розробку системи індикаторів для кожного компонента цифрового сліду. Для прямого впливу використовуються традиційні метрики ESG, адаптовані до специфіки IT-сфери. Для непрямого впливу розробляються коефіцієнти мультиплікативного ефекту, що показують, наскільки впровадження цифрових рішень підвищує ефективність використання ресурсів у клієнтів. Системний вплив оцінюється через індикатори цифрової зрілості суспільства та економіки, а негативний вплив – через систему ризик-індикаторів.

Інтеграція концепції цифрового сліду сталості у корпоративну звітність дозволяє IT-підприємствам демонструвати свій комплексний внесок у досягнення Цілей сталого розвитку ООН. Це особливо важливо в контексті зростаючих вимог інвесторів та регуляторів щодо розкриття інформації про вплив бізнесу на сталість. DSF може стати основою для нових стандартів галузевої звітності та критерієм для ESG-рейтингів IT-компаній.

Концепція цифрового сліду сталості також створює можливості для розвитку нових бізнес-моделей, орієнтованих на максимізацію позитивного впливу цифровізації. IT-підприємства можуть використовувати DSF для ідентифікації найбільш перспективних напрямків інвестицій у сталі технології та розробки продуктів, що сприяють досягненню цілей сталого розвитку клієнтами.

5. Напрями аналізу сталого розвитку IT-підприємства

Продовженням попередніх теоретичних і прикладних узагальнень є аналіз напрямів оцінювання та інтерпретації сталого розвитку IT-підприємств. На сучасному етапі цифровізації бізнес-моделі компаній набувають принципово нових рис, що проявляється у тісному зв'язку між інноваційними процесами, ефективністю використання ресурсів та інтеграцією принципів ESG. Цифрова трансформація безпосередньо впливає на фінансові та нефінансові результати підприємства, посилюючи його здатність формувати довгострокову вартість. Дослідження останніх років підтверджують, що впровадження цифрових

технологій сприяє не лише підвищенню продуктивності, а й оптимізації екологічних та соціальних показників, формуючи нову логіку створення цінності для стейкхолдерів [10, с. 3].

Розвиток бізнес-моделей у напрямку сервісної орієнтації, що характерно для багатьох ІТ-компаній, створює підґрунтя для стабільного доходу, водночас знижуючи залежність від одноразових продажів. Така логіка формує умови для сталості завдяки диверсифікації ризиків та розвитку довгострокових відносин із клієнтами. Водночас цифрова трансформація посилює здатність компаній інтегрувати критерії ESG у щоденну діяльність, що стає необхідною умовою для виходу на глобальні ринки та залучення інвестицій [11, с. 4].

Важливим інструментом аналізу сталості є оцінка життєвого циклу (Life Cycle Assessment, LCA), яка дозволяє врахувати повний спектр впливів продукції чи послуг на довкілля. У випадку ІТ-сфери це означає врахування енергоспоживання дата-центрів, екологічних наслідків виробництва обладнання та споживання ресурсів при експлуатації. Сучасні дослідження демонструють доцільність поєднання LCA з моделями управління якістю програмного забезпечення, що створює комплексний підхід до аналізу екологічних та технологічних наслідків діяльності [12, с. 6]. Запровадження системного мислення у розробку програмного забезпечення дозволяє вибудовувати механізми поступового підвищення «зрілості» сталості організаційних процесів, що має особливе значення для компаній, орієнтованих на довгостроковий розвиток [13, с. 5].

Особливої актуальності для ІТ-бізнесу набуває питання вимірювання та управління викидами парникових газів. Результати емпіричних досліджень підтверджують, що цифрова трансформація дозволяє суттєво знизити обсяги викидів CO₂ завдяки оптимізації виробничих і логістичних процесів, а також завдяки впровадженню інновацій у сфері енергоефективності [14, с. 2]. Концепція «зелених» обчислень, яка базується на розвитку енергоефективного обладнання та впровадженні інтелектуальних систем управління дата-центрами, дає змогу досягати значного зменшення енергоспоживання та знижувати екологічний слід [15, с. 5].

Окремим напрямом аналізу є вивчення соціальних аспектів сталості. Дослідження показують, що цифрові технології можуть суттєво

підвищити рівень соціальної інклюзії, сприяючи розвитку демократичних практик, забезпеченню рівних можливостей доступу до цифрових сервісів та підвищенню прозорості управлінських рішень [16, с. 7]. У цьому контексті актуальною є проблема поєднання цифровізації із соціальною відповідальністю компаній, що вимагає від підприємств розробки комплексних політик управління даними, етики використання алгоритмів і прозорості у взаємодії з користувачами.

Сучасна наукова література також вказує на перспективність застосування мультикритеріальних методів аналізу сталого розвитку ІТ-компаній. Одним із прикладів є використання методу fsQCA (fuzzy set Qualitative Comparative Analysis), який дозволяє виявляти складні комбінації факторів, що визначають сталі результати діяльності малих і середніх підприємств у сфері цифрової економіки [17, с. 9]. Подібні інструменти дають можливість врахувати нелінійність та багатовимірність сталого розвитку, що важко реалізувати у рамках класичних моделей оцінки. Узагальнення результатів таких досліджень дає підстави говорити про необхідність формування нових індикаторів цифрової сталості, які б відображали синергію та напруження між процесами цифровізації та принципами сталого розвитку [18, с. 3].

З урахуванням аналізу літератури та результатів емпіричних досліджень пропонується узагальнена система напрямів оцінювання сталого розвитку ІТ-підприємств (табл. 3). Її особливістю є інтеграція економічних, екологічних, соціальних та управлінських вимірів у єдину рамку аналізу, що враховує специфіку цифрової економіки.

Таким чином, напрями аналізу сталого розвитку ІТ-підприємств формують цілісну систему, що враховує взаємозв'язок між технологічними інноваціями, соціальною відповідальністю та екологічною ефективністю. Наукова новизна полягає у запропонованому інтегрованому підході, який дозволяє поєднувати традиційні критерії оцінки сталості з індикаторами цифрової трансформації. Це забезпечує можливість адаптації існуючих методик до умов ІТ-сфери та створює підґрунтя для подальших досліджень у напрямку формування універсальних метрик цифрової сталості.

Напрями аналізу сталого розвитку ІТ-підприємств

Напрямок аналізу	Ключові аспекти	Приклади індикаторів
Бізнес-моделі та цифрова трансформація	Сервісна орієнтація, інноваційність, інтеграція ESG	Частка доходів від сервісів; рівень впровадження цифрових технологій
Життєвий цикл продукту та ПЗ	LCA, системне мислення, якість процесів	Енергоспоживання на етапі експлуатації; індекс «зрілості» сталості
Екологічні впливи	Викиди CO ₂ , green IT, енергоефективність	Вуглецевий слід дата-центрів; рівень зниження енергоспоживання
Соціальні аспекти	Цифрова інклюзія, прозорість, управління даними	Частка користувачів із доступом до сервісів; політики етики алгоритмів
Мультикритеріальні підходи	fsQCA, комплексні моделі оцінки	Індекси цифрової сталості; інтегральні показники ESG

Джерело: складено авторами на основі [10, с. 3; 12, с. 6; 13, с. 5; 14, с. 2; 15, с. 5; 16, с. 7; 17, с. 9; 18, с. 3]

6. Висновки

Проведене дослідження дозволило сформулювати комплексне уявлення про теоретико-методологічні засади оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств та розробити інноваційні підходи до аналізу їх впливу на досягнення цілей сталості. На основі аналізу сучасних тенденцій цифровізації та систематизації існуючих методологій оцінки корпоративної сталості було отримано наступні конкретні результати:

Дослідження показало, що концепція сталого розвитку підприємств пройшла значну еволюцію від простого дотримання екологічних норм до комплексного підходу, що інтегрує економічні, соціальні та екологічні аспекти через призму концепцій ESG, CSR та потрійного результату. Встановлено, що роль ІКТ у забезпеченні сталого розвитку має двоякий характер: з одного боку, технології створюють нові можливості для підвищення ефективності використання ресурсів та соціальної інклюзії, з іншого – породжують специфічні виклики, пов'язані з енергоспоживанням, цифровим розривом та технологічною залежністю.

Порівняльний аналіз семи основних методологій оцінки сталості (від принципів Белладжо до STRL) виявив їх ключові обмеження у контексті застосування до ІТ-підприємств: фрагментарність підхо-

дів, проблему самозвіттування, недостатність даних для комплексної оцінки непрямого впливу та культурно-контекстуальні відмінності. Встановлено, що традиційні ESG-фреймворки потребують суттєвої адаптації для адекватного відображення специфіки цифрової економіки, зокрема нематеріального характеру продукції, високої технологічної динаміки та системного впливу на інші галузі.

Запропоновано концепцію «цифрового сліду сталості» (Digital Sustainability Footprint, DSF) – інтегрального показника, що характеризує сукупний вплив цифровізації підприємства на досягнення цілей сталого розвитку. Концепція включає чотири компоненти: прямий цифровий вплив (безпосередні наслідки функціонування ІТ-інфраструктури), непрямий цифровий вплив (ефекти від використання ІТ-продуктів клієнтами), системний цифровий вплив (довгострокові структурні зміни в економіці та суспільстві) та негативний цифровий вплив (ризики та загрози цифровізації). Ця концепція дозволяє вперше комплексно оцінити каскадні ефекти від впровадження цифрових технологій.

Розроблено систему критеріїв оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств, що охоплює чотири основні групи: економічні (інноваційність, сервісна орієнтація, цифрова трансформація), екологічні (енергоефективність дата-центрів, викиди CO₂, green coding), соціальні (цифрова інклюзія, корпоративна культура, добробут співробітників) та управлінські (прозорість, ризик-менеджмент, резильєнтність). Порівняльний аналіз з міжнародними стандартами показав необхідність доповнення традиційних ESG-критеріїв специфічними індикаторами для ІТ-сфери, такими як прозорість алгоритмів, управління даними та технологічна етика.

Сформовано інтегровану систему напрямів аналізу: бізнес-моделі та цифрова трансформація, життєвий цикл продукту та програмного забезпечення, екологічні впливи, соціальні аспекти та мультикритеріальні підходи. Кожен напрям підкріплено конкретними індикаторами та методологічними рекомендаціями, що дозволяє ІТ-підприємствам проводити комплексну оцінку своєї сталості з урахуванням специфіки цифрової діяльності.

Запропоновано трьохрівневу систему оцінки цифрового сліду сталості з часовими горизонтами: короткостроковий (1-2 роки), середньо-

строковий (3-5 років) та довгостроковий (понад 5 років). Розроблено рекомендації щодо інтеграції концепції DSF у корпоративну звітність, що дозволить ІТ-підприємствам демонструвати свій комплексний внесок у досягнення Цілей сталого розвитку ООН та відповідати зростаючим вимогам стейкхолдерів.

Розроблені рафії підходи мають широке практичне застосування у різних сферах діяльності. ІТ-підприємства можуть використовувати запропоновану концепцію цифрового сліду сталості для проведення самооцінки поточного стану та стратегічного планування розвитку з урахуванням принципів сталості. Інвестори та аналітики отримують новий інструментарій для прийняття обґрунтованих рішень щодо ESG-інвестицій у ІТ-сектор, що особливо актуально в умовах зростаючої популярності відповідального інвестування. Регулятори можуть використовувати розроблені критерії та методологію для формування галузевих стандартів цифрової сталості та вдосконалення нормативно-правової бази. Міжнародні організації, такі як GRI, SASB, ISO, отримують наукове обґрунтування для адаптації існуючих фреймворків корпоративної звітності до специфіки ІТ-сектору. Консультанти та аудитори можуть застосовувати розроблений інструментарій для надання професійних послуг з оцінки та верифікації сталості ІТ-підприємств.

Подальший розвиток досліджень у напрямку оцінки сталого розвитку ІТ-підприємств відкриває широкі можливості для наукових та практичних розробок. Першочерговою потребою є проведення масштабного емпіричного дослідження на репрезентативній вибірці ІТ-підприємств різного розміру та спеціалізації для валідації запропонованої концепції цифрового сліду сталості та розробки галузевих бенчмарків. Перспективним напрямом є створення автоматизованих систем збору та аналізу даних для розрахунку DSF з використанням технологій штучного інтелекту та машинного навчання, що дозволить підвищити точність та оперативність оцінки. Важливою є адаптація розроблених підходів до специфіки різних сегментів ІТ-індустрії, включаючи розробку програмного забезпечення, хмарні сервіси, штучний інтелект, блокчейн та IoT, з урахуванням їх унікальних викликів та можливостей. Актуальним залишається ініціювання процесу розробки міжнародних стандартів оцінки цифрової сталості у співпраці з провідними

міжнародними організаціями та галузевими асоціаціями. Перспективним є дослідження можливостей інтеграції концепції DSF з новими регулятивними вимогами ЄС щодо корпоративної звітності про сталий розвиток та таксономії сталих видів економічної діяльності. Важливим напрямом є створення цифрових платформ та додатків для самооцінки сталого розвитку ІТ-підприємств, що дозволить демократизувати доступ до інструментів оцінки для малих та середніх компаній. Особливої уваги потребує аналіз впливу технологій наступного покоління, таких як квантові обчислення, розширена реальність та нейроінтерфейси, на концепцію цифрового сліду сталості та необхідність її подальшої адаптації до викликів майбутнього.

Реалізація зазначених напрямів дослідження сприятиме подальшому розвитку теорії та практики оцінки сталого розвитку в умовах цифрової трансформації, формуванню нових стандартів корпоративної відповідальності у ІТ-секторі та прискоренню досягнення глобальних цілей сталого розвитку.

Список літератури:

1. Cioacă, S.-I., Cristache, S.-E., Vuță, M., Marin, E., & Vuță, M. (2020). Assessing the Impact of ICT Sector on Sustainable Development in the European Union: An Empirical Analysis Using Panel Data. *Sustainability*, 12(2), 592. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12020592> (дата звернення: 12.08.2025).
2. Bayar, Y., Yorulmaz, Ö., Yelkesen, O., & Toader, V. (2024). The interaction between ICT penetration and sustainable development: empirical evidence from African countries. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1685. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04174-z> (дата звернення: 12.08.2025).
3. Busch, T., Bernard-Rau, B., & Brosche, H. (2025). Assessing company sustainability impact: Status quo and way ahead. *Journal of Industrial Ecology*, 29(4), 1426–1442. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.70065> (дата звернення: 12.08.2025).
4. Belinky, A., Saraiva, M. H., & Miyake, A. (2022). Challenges to Current Sustainability Assessment Frameworks. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 13(6), 1–14. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJSESD.301248> (дата звернення: 16.08.2025).
5. Bouras, D., & Sofianopoulou, S. (Stella). (2023). Sustainable Development Assessment of Organizations through Quantitative Modelling. *Sustainability*, 15(11), 8844. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15118844> (дата звернення: 16.08.2025).
6. Antonio Boada, P. A., Durán, J. F. O., Gómez Ávila, F. L., & Ferreira, J. C. E. (2023). Including Sustainability Criteria in the Front End of Innovation in Technology Ventures. *Sustainability*, 15(19), 14330. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151914330> (дата звернення: 16.08.2025).

7. Luo, S., & Liu, J. (2024). Enterprise service-oriented transformation and sustainable development driven by digital technology. *Scientific Reports*, 14(1), 10047. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60922-w> (дата звернення: 19.08.2025).
8. Bataleblu, A. A., Rauch, E., & Cochran, D. S. (2024). Resilient Sustainability Assessment Framework from a Transdisciplinary System-of-Systems Perspective. *Sustainability*, 16(21), 9400. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16219400> (дата звернення: 20.08.2025).
9. Leal Filho, W., Vidal, D. G., Chen, C., Petrova, M., Dinis, M. A. P., Yang, P., Rogers, S., Álvarez-Castañón, L., Djekic, I., Sharifi, A., & Neiva, S. (2022). An assessment of requirements in investments, new technologies, and infrastructures to achieve the SDGs. *Environmental Sciences Europe*, 34(1), 58. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00629-9> (дата звернення: 20.08.2025).
10. Li, Y., & Zhao, T. (2024). How Digital Transformation Enables Corporate Sustainability: Based on the Internal and External Efficiency Improvement Perspective. *Sustainability*, 16(12), 5037. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16125037> (дата звернення: 20.08.2025).
11. Jun Cui. (2025). Empirical Analysis of Digital Innovation's Impact on Corporate ESG Performance: The Mediating Role of GAI Technology. *Financial Strategy and Management Reviews*, 1(1). DOI: <https://doi.org/10.71204/dapv6405> (дата звернення: 20.08.2025).
12. Qiang, Y., Che Pa, N., & Ismail, R. (2024). Sustainable Software Solutions: A Tool Integrating Life Cycle Analysis and ISO Quality Models. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 14(5), 1728–1737. DOI: <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.5.11268> (дата звернення: 22.08.2025).
13. Sriraman, G., & Raghunathan, S. (2023). A Systems Thinking Approach to Improve Sustainability in Software Engineering – A Grounded Capability Maturity Framework. *Sustainability*, 15(11), 8766. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15118766> (дата звернення: 22.08.2025).
14. Tang, J., Huang, K., & Xiong, A. (2025). Impact of digital transformation on corporate sustainability: evidence from China's carbon emissions. *Energy Informatics*, 8(1), 20. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42162-025-00479-8> (дата звернення: 23.08.2025).
15. Amiri, S. M. H., Goswami, P., Islam, M. M., Hossen, M. S., Mithila, M., & Akter, N. (2025). Green Computing: The Ultimate Carbon Destroyer for a Sustainable Future. *SSRN Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.5382837> (дата звернення: 24.08.2025).
16. Qadri, U. A., Ghani, M. B. A., Abbas, U., & Kashif, A. R. (2025). Digital technologies and social sustainability in the digital transformation age: a systematic analysis and research agenda. *International Journal of Ethics and Systems*, 41(1), 142–169. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOES-08-2024-0239> (дата звернення: 24.08.2025).
17. Wang, S., & Zhang, H. (2025). Enhancing SMEs sustainable innovation and performance through digital transformation: Insights from strategic technology, organizational dynamics, and environmental adaptation. *Socio-Economic Planning*

Sciences, 98, 102124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.102124> (дата звернення: 24.08.2025).

18. Ologeanu-Taddei, R., Hönigsberg, S., Weritz, P., Wache, H., Mittermeier, F., Tana, S., Dang, D., Hautala-Kankaanpää, T., & Pekkola, S. (2025). The relationship of digital transformation and corporate sustainability: Synergies and tensions. *Technological Forecasting and Social Change*, 210, 123809. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123809> (дата звернення: 24.08.2025).

References:

1. Cioacă, S.-I., Cristache, S.-E., Vuță, M., Marin, E., & Vuță, M. (2020). Assessing the Impact of ICT Sector on Sustainable Development in the European Union: An Empirical Analysis Using Panel Data. *Sustainability*, 12(2), 592. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12020592> (accessed August 12, 2025).
2. Bayar, Y., Yorulmaz, Ö., Yelkesen, O., & Toader, V. (2024). The interaction between ICT penetration and sustainable development: empirical evidence from African countries. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1685. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04174-z> (accessed August 12, 2025).
3. Busch, T., Bernard-Rau, B., & Brosche, H. (2025). Assessing company sustainability impact: Status quo and way ahead. *Journal of Industrial Ecology*, 29(4), 1426–1442. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.70065> (accessed August 12, 2025).
4. Belinky, A., Saraiva, M. H., & Miyake, A. (2022). Challenges to Current Sustainability Assessment Frameworks. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 13(6), 1–14. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJSESD.301248> (accessed August 16, 2025).
5. Bouras, D., & Sofianopoulou, S. (Stella). (2023). Sustainable Development Assessment of Organizations through Quantitative Modelling. *Sustainability*, 15(11), 8844. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15118844> (accessed August 16, 2025).
6. Antonio Boada, P. A., Durán, J. F. O., Gómez Ávila, F. L., & Ferreira, J. C. E. (2023). Including Sustainability Criteria in the Front End of Innovation in Technology Ventures. *Sustainability*, 15(19), 14330. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151914330> (accessed August 16, 2025).
7. Luo, S., & Liu, J. (2024). Enterprise service-oriented transformation and sustainable development driven by digital technology. *Scientific Reports*, 14(1), 10047. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60922-w> (accessed August 19, 2025).
8. Bataleblu, A. A., Rauch, E., & Cochran, D. S. (2024). Resilient Sustainability Assessment Framework from a Transdisciplinary System-of-Systems Perspective. *Sustainability*, 16(21), 9400. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16219400> (accessed August 20, 2025).
9. Leal Filho, W., Vidal, D. G., Chen, C., Petrova, M., Dinis, M. A. P., Yang, P., Rogers, S., Álvarez-Castañón, L., Djekic, I., Sharifi, A., & Neiva, S. (2022). An assessment of requirements in investments, new technologies, and infrastructures to achieve the SDGs. *Environmental Sciences Europe*, 34(1), 58. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00629-9> (accessed August 20, 2025).

10. Li, Y., & Zhao, T. (2024). How Digital Transformation Enables Corporate Sustainability: Based on the Internal and External Efficiency Improvement Perspective. *Sustainability*, 16(12), 5037. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16125037> (accessed August 20, 2025).
11. Jun Cui. (2025). Empirical Analysis of Digital Innovation's Impact on Corporate ESG Performance: The Mediating Role of GAI Technology. *Financial Strategy and Management Reviews*, 1(1). DOI: <https://doi.org/10.71204/dapv6405> (accessed August 20, 2025).
12. Qiang, Y., Che Pa, N., & Ismail, R. (2024). Sustainable Software Solutions: A Tool Integrating Life Cycle Analysis and ISO Quality Models. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 14(5), 1728–1737. DOI: <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.5.11268> (accessed August 22, 2025).
13. Sriraman, G., & Raghunathan, S. (2023). A Systems Thinking Approach to Improve Sustainability in Software Engineering – A Grounded Capability Maturity Framework. *Sustainability*, 15(11), 8766. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15118766> (accessed August 22, 2025).
14. Tang, J., Huang, K., & Xiong, A. (2025). Impact of digital transformation on corporate sustainability: evidence from China's carbon emissions. *Energy Informatics*, 8(1), 20. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42162-025-00479-8> (accessed August 23, 2025).
15. Amiri, S. M. H., Goswami, P., Islam, M. M., Hossen, M. S., Mithila, M., & Akter, N. (2025). Green Computing: The Ultimate Carbon Destroyer for a Sustainable Future. *SSRN Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.5382837> (accessed August 24, 2025).
16. Qadri, U. A., Ghani, M. B. A., Abbas, U., & Kashif, A. R. (2025). Digital technologies and social sustainability in the digital transformation age: a systematic analysis and research agenda. *International Journal of Ethics and Systems*, 41(1), 142–169. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOES-08-2024-0239> (accessed August 24, 2025).
17. Wang, S., & Zhang, H. (2025). Enhancing SMEs sustainable innovation and performance through digital transformation: Insights from strategic technology, organizational dynamics, and environmental adaptation. *Socio-Economic Planning Sciences*, 98, 102124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.102124> (accessed August 24, 2025).
18. Ologeanu-Taddei, R., Hönigsberg, S., Weritz, P., Wache, H., Mittermeier, F., Tana, S., Dang, D., Hautala-Kankaanpää, T., & Pekkola, S. (2025). The relationship of digital transformation and corporate sustainability: Synergies and tensions. *Technological Forecasting and Social Change*, 210, 123809. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123809> (accessed August 24, 2025).