

UDC [330.34:502:36]:004
DOI: 10.24025/2306-4420.77(4).2025.342889

JEL Classification Code: Q01, O1
Article's History:
Received: 21.08.2025; Revised: 02.09.2025; Accepted: 06.10.2025.

Vira Chyzh*

Doctor of Economics, Professor
Cherkasy State Technological University
18006, 460 Shevchenko Blvd, Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6750-1120>

Sofiia Bilan

Second (Master's) Level Higher Education Student
Cherkasy State Technological University
18006, 460 Shevchenko Blvd, Cherkasy, Ukraine

Strategies of technical development in the context of digital transformation and sustainable development

Abstract. The paper examines the essence of enterprises' technical development in the context of digital transformation of the economy and the achievement of sustainable development. Attention is focused on the relationship between technological progress, digital innovation, and socio-environmental dimensions of business activities. The main strategies of technical development in the context of digitalisation, including innovation-investment, adaptive-integration, technological renewal and production intellectualisation ones, are identified. Their content, implementation features and role in improving the efficiency of economic activities are analysed.

The impact of digital technologies - such as automation, robotics, the use of Big Data, digital twins, artificial intelligence and the Internet of Things - on the processes of technical modernisation, optimisation of production systems and the formation of enterprises' competitive advantages is analysed. It is determined that digitalisation promotes the transition from reactive to proactive management of technical development, provides forecasting of technical risks, increases the efficiency of resource use and reduces production costs.

Special attention is paid to the relationship between technical development and sustainable development goals (SDGs), particularly regarding environmental modernisation of production, energy efficiency and the formation of socially responsible business models. The paper proves that enterprises' technical policies should be based on the principles of sustainability, digital inclusiveness and innovative openness. A conceptual approach to the formation of a comprehensive technical development strategy, taking into account digital trends, institutional transformations and the ESG orientation of enterprises is proposed.

The results of the study can be used to improve strategic planning, form technical development policy and implement digital technologies in industrial and service enterprises

Keywords: digitalisation, innovation strategy, competitiveness, production intellectualisation, ecological efficiency

*Corresponding author



Віра Чиж

Доктор економічних наук, професор
Черкаський державний технологічний університет
18006, бульв. Шевченка, 460, м. Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6750-1120>

Софія Білан

Здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
Черкаський державний технологічний університет
18006, бульв. Шевченка, 460, м. Черкаси, Україна

Стратегії технічного розвитку в контексті цифрової трансформації та сталого розвитку

Анотація. У статті розглянуто сутність технічного розвитку підприємств у контексті цифрової трансформації економіки та забезпечення сталого розвитку. Акцентовано увагу на взаємозв'язку між технічним прогресом, цифровими інноваціями та соціально-екологічними аспектами діяльності підприємств. Визначено основні стратегії технічного розвитку в умовах цифровізації, серед яких інноваційно-інвестиційна, адаптаційно-інтеграційна, стратегія технологічного оновлення та стратегія інтелектуалізації виробництва. Розкрито їхній зміст, особливості реалізації та роль у підвищенні ефективності господарської діяльності.

Проаналізовано вплив цифрових технологій – таких як автоматизація, роботизація, використання великих даних (Big Data), цифрових двійників, штучного інтелекту та Інтернету речей – на процеси технічного переоснащення, оптимізацію виробничих систем і формування конкурентних переваг підприємств. Визначено, що цифровізація сприяє переходу від реактивного до проактивного управління технічним розвитком, забезпечує прогнозування технічних ризиків, підвищує ефективність використання ресурсів і знижує виробничі витрати.

Особливу увагу приділено взаємозв'язку між технічним розвитком і цілями сталого розвитку, зокрема екологічною модернізацією виробництва, енергоефективністю та формуванням соціально відповідальних бізнес-моделей. Доведено, що технічна політика підприємства має базуватися на принципах сталості, цифрової інклюзивності та інноваційної відкритості. Запропоновано концептуальний підхід до формування комплексної стратегії технічного розвитку з урахуванням цифрових трендів, інституційних перетворень та ESG-орієнтації підприємства.

Результати дослідження можуть бути використані для удосконалення стратегічного планування, формування політики технічного розвитку та впровадження цифрових технологій на промислових і сервісних підприємствах

Ключові слова: цифровізація, інноваційна стратегія, конкурентоспроможність, інтелектуалізація виробництва, екологічна ефективність

Вступ

Сучасні підприємства опиняються під подвійним тиском: з одного боку – необхідність постійного технічного оновлення для збереження конкурентоспроможності в умовах швидкої цифрової трансформації; з другого – вимоги сталого розвитку, що потребують мінімізації екологічного сліду, відповідального використання ресурсів та підвищення соціальної відповідальності (United Nations, 2015; European Commission, 2019). Поєднання цих вимог породжує складне завдання розробки стратегій технічного розвитку, які одночасно забезпечують технологічний прогрес (застосування IoT, ШІ, цифрових двійників, автоматизації) та відповідають цілям сталого розвитку (зменшення викидів, циркулярна економіка, соціальна включеність) (Matchuk *et al.*, 2024, August 18; Deloitte, 2024).

На практиці спостерігається розрив між техніко-інвестиційними планами і здатністю підприємств інтегрувати екологічні та соціальні критерії у процес модернізації, що підвищує ризик «нестійкої» модернізації (технічне оновлення без екологічної чи соціальної доданої вартості) (World Economic Forum, 2020; Bressanelli *et al.*, 2023).

Отже, проблема полягає в пошуку збалансованих, практично застосовних підходів і методів, які дозволяють поєднати цифрову трансформацію з цілями сталого розвитку при розробці та реалізації стратегій технічного розвитку підприємств (United Nations, 2015).

Огляд літератури

Останні дослідження демонструють, що цифрові технології можуть суттєво прискорити досягнення Цілей сталого розвитку (SDG) через підвищення енергоефективності, оптимізацію логістики та точкове управління ресурсами, але ефект залежить від галузевого контексту і масштабу впровадження. Наприклад, робота C. Su *et al.* (2024) показує позитивну медіативну роль цифрової трансформації у стійкості підприємств, проте відзначає неоднорідність ефектів у різних секторах промисловості. Це свідчить про потребу диференційованих стратегій технічного розвитку (Kagermann *et al.*, 2023); Чиж & Гавриленко, 2022).

Огляди поєднання технологій Індустрії 4.0 та екологічної стійкості підкреслюють потенціал IoT, цифрових двійників і аналітики для зниження енергоспоживання та прогнозного обслуговування, що зменшує відходи (Matchuk *et al.*, 2024, August 18; Deloitte, 2024). Водночас низка авторів попереджає про ризики «енергетичних витрат» самих цифрових технологій і потребу оцінок життєвого циклу (LCA) при проєктуванні модернізацій (Su *et al.*, 2024). Отже, стратегія технічного розвитку повинна містити механізми повного життєвого циклу обладнання та цифрової інфраструктури.

Систематичні огляди, присвячені «подвійному переходу» (digital + green), відзначають, що малі та середні підприємства (МСП) мають обмежені ресурси для одночасного технічного оновлення й екологічної трансформації. Дослідження рекомендують пакетні заходи підтримки (пільгове фінансування, консультації, технічні хаби) для прискорення стійких інвестицій (Bressanelli *et al.*, 2023; World Economic Forum, 2020). Це підтверджується і на рівні національної політики: приклади державних стратегій, що поєднують цифровізацію та підтримку сталого розвитку, демонструють кращі результати в масштабуванні «зелених» технологій (Jovanović *et al.*, 2024).

Нові роботи 2024–2025 рр. акцентують увагу на синергії між циркулярною економікою та технологіями Індустрії 4.0: цифрові платформи дозволяють відстежувати складові продукту, оптимізувати збирання та переробку, а аналітика дає дані для рішення про ремонт, повторне використання чи утилізацію (Deloitte, 2024; Su *et al.*, 2024). Однак емпіричних кейсів поки що недостатньо – це поле для прикладних досліджень у межах конкретних галузей.

Хоча існує багатство концептуальних та оглядових праць, бракує узгоджених методологій, які б дозволяли порівнювати ефективність стратегій технічного розвитку з урахуванням і цифрових, і екологічних показників (наприклад комбіновані КРІ для цифрової енергоефективності, LCA + цифрові витрати). Це ускладнює прийняття рішень на рівні менеджменту і державної політики. Отже, наукова спільнота бачить потребу у розробці практичних інструментів оцінювання «техніко-цифрової» та «екологічної» віддачі одночасно (Kagermann *et al.*, 2023; Bressanelli *et al.*, 2023).

Останні публікації звертають увагу на те, що технічний розвиток під впливом цифровізації може створювати ризики для робочих місць (автоматизація), але водночас відкриває можливості для створення «зелених» робочих місць, перекваліфікації та підвищення безпеки праці (Kagermann *et al.*, 2023; Чиж & Гавриленко, 2022). Дослідники рекомендують включати соціальні показники та програми перекваліфікації як обов'язкові елементи стратегії технічного розвитку.

Виявлені прогалини та напрями подальших досліджень:

1. Стандартизована методика «twin-impact» оцінки (одночасної цифрової та екологічної віддачі) відсутня – потрібні міждисциплінарні підходи (LCA + цифрова аналітика) (Kagermann *et al.*, 2023; Su *et al.*, 2024).
2. Бракує емпіричних кейсів для МСП у різних галузях щодо ефективності пакетних стратегій технічного оновлення з елементами сталості (Bressanelli *et al.*, 2023); World Economic Forum, 2020).
3. Недостатньо досліджено соціальний вимір технічної модернізації (включаючи перекваліфікацію, зміни зайнятості) при впровадженні І4.0-рішень (Kagermann *et al.*, 2023; Чиж & Гавриленко, 2022).
4. Політичні та регуляторні механізми для стимулювання «зеленого» технічного розвитку у цифрову епоху потребують порівняльного аналізу та рекомендацій на рівні національної політики (Bressanelli *et al.*, 2023; Jovanović *et al.*, 2024).

Метою статті є визначення та систематизація основних стратегій технічного розвитку підприємств в умовах цифровізації економіки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Розкрити сутність поняття «технічний розвиток» у контексті цифрової трансформації.
2. Проаналізувати вплив цифровізації на технічне оновлення підприємств.
3. Систематизувати основні стратегії технічного розвитку.
4. Визначити перспективні напрями формування комплексної стратегії розвитку техніко-технологічної бази підприємства (Кузьмін & Мельник, 2022).

Результати та обговорення

Сучасна економіка характеризується високою динамікою технологічних змін, що зумовлює необхідність постійного технічного оновлення підприємств (Васильєва, 2023). В умовах цифровізації технічний розвиток набуває стратегічного значення, адже саме від рівня технологічної оснащеності, автоматизації та цифрової інтеграції процесів залежить конкурентоспроможність бізнесу на внутрішньому та зовнішньому ринках (Schwab, 2016). Цифровізація – це не просто впровадження нових технологій, а фундаментальна трансформація усіх аспектів економіки, суспільства та державного управління. Вона вимагає від компаній і країн кардинальної зміни підходів до технічного розвитку. У цьому контексті технічний розвиток – це стратегічний процес модернізації технологічної бази, інфраструктури, робочих процесів та компетенцій з метою підвищення конкурентоспроможності, ефективності та стійкості. Цифрові технології – такі як штучний інтелект, Інтернет речей, великі дані, хмарні обчислення – стають ключовими драйверами розвитку виробничих систем, логістичних мереж і бізнес-моделей (Porter & Heppelmann, 2015). Тому формування ефективних стратегій технічного розвитку в умовах цифрової трансформації є одним із пріоритетних напрямів сучасної економічної політики підприємств, а успіх у цифрову епоху залежить від обґрунтованих і гнучких стратегій (Державна стратегія..., 2022).

У сучасних умовах глобальної цифрової трансформації питання технічного розвитку тісно переплітається з принципами сталого розвитку, що передбачає баланс між економічним зростанням, екологічною безпекою та соціальною справедливістю (United Nations, 2015; Бурлака, 2024). Багато сучасних науковців вважають інноваційну технологічну оптимізацію у фінансово-економічному управлінні основою ефективної трансформації у напрямі сталого розвитку (Matchuk *et al.*, 2024, August 18). Стратегії технічного розвитку, які впроваджуються на основі цифрових технологій, сприяють не лише підвищенню ефективності виробництва, а й досягненню Цілей сталого розвитку ООН, зокрема цілей № 9 «Індустріалізація, інновації та інфраструктура», № 12 «Відповідальне споживання та виробництво» і № 13 «Боротьба зі зміною клімату» (United Nations, 2015).

Технічний розвиток підприємства розглядається як процес постійного вдосконалення засобів праці, технологій виробництва, організаційних структур і методів управління, спрямований на підвищення продуктивності праці та ефективності використання ресурсів (Васильєва, 2023). Традиційно цей процес включає оновлення основних засобів, впровадження нової техніки, механізацію, автоматизацію та раціоналізацію виробництва (Кузьмін & Мельник, 2022).

В умовах цифрової економіки зміст технічного розвитку розширюється: технічна модернізація тісно пов'язується з цифровою трансформацією, коли підприємство переходить від механічного або частково автоматизованого управління до повністю цифрових систем контролю, аналітики та планування (Державна стратегія..., 2022; Петрова, 2023). Технічний розвиток сьогодні означає не лише фізичне оновлення обладнання, а й формування інтелектуальної виробничої системи, що ґрунтується на використанні цифрових технологій, кіберфізичних систем і штучного інтелекту (Schwab, 2016; Porter & Heppelmann, 2015). Вплив цифровізації на технічний розвиток у сьогоденні – дуже важливе питання, адже вона виступає потужним каталізатором технічного прогресу. Вона сприяє скороченню життєвого циклу техніки, підвищенню вимог до інноваційної гнучкості підприємств та змінює саму логіку виробничих процесів (Васильєва, 2023; Schwab, 2016).

Основними аспектами впливу цифровізації є:

1. Автоматизація та роботизація виробництва, що забезпечують високу точність, зменшення виробничих витрат і підвищення якості продукції та стабільності процесів. Завдяки автоматизованим системам знижується ймовірність людських помилок, скорочується час циклів виробництва, а також створюються умови для безпечнішої роботи персоналу, особливо при виконанні небезпечних або монотонних операцій (Porter & Heppelmann, 2015).
2. Цифрові двійники та моделювання виробничих процесів, які дозволяють прогнозувати ефективність технічних рішень, оцінювати можливі ризики та оптимізувати виробничі сценарії ще на етапі проектування. Використання таких інструментів забезпечує гнучкість управління виробничими ресурсами та дозволяє швидко адаптуватися до змін попиту або технологічних умов (Porter & Heppelmann, 2015).
3. Інтеграція інформаційних систем, що створює єдиний цифровий простір управління виробництвом, забезпечує обмін даними між різними відділами підприємства в реальному часі, підвищує узгодженість планування та скорочує час прийняття управлінських рішень. Це також дозволяє формувати прозору систему контролю за використанням технічних ресурсів і матеріалів (Державна стратегія..., 2022).
4. Використання великих даних (Big Data) для аналітики технічних показників, контролю стану обладнання та запобігання аваріям, що сприяє переходу до передбачуваного (predictive) технічного обслуговування. Аналіз великих обсягів даних дає можливість виявляти закономірності, передбачати відмови техніки та оптимізувати графіки обслуговування, що підвищує ефективність виробництва та зменшує непередбачувані витрати (Петрова, 2023).

Таким чином, цифровізація сприяє переходу від реактивного до проактивного управління технічним розвитком, коли рішення приймаються на основі прогнозної аналітики, а підприємство отримує можливість не лише оперативно реагувати на поточні проблеми, але й стратегічно планувати розвиток виробничої інфраструктури з урахуванням економічної, екологічної та соціальної ефективності (Schwab, 2016; United Nations, 2015; Matchuk *et al.*, 2024, August 18).

Соціальні та екологічні вигоди цифровізації: цифрові технології дозволяють оптимізувати споживання енергії та матеріальних ресурсів, знижувати викиди та відходи, що сприяє досягненню екологічних цілей сталого розвитку (Kagermann *et al.*, 2023; Deloitte, 2024). Водночас автоматизація та інтелектуальні системи підтримують безпечні умови праці,

скорочують монотонну або небезпечну роботу, сприяють професійному розвитку персоналу та створюють можливості для «зелених» та високотехнологічних робочих місць (Matchuk *et al.*, 2024, August 18; Kagermann *et al.*, 2023; Su *et al.*, 2024). Завдяки цьому цифровізація формує синергію між технічним прогресом і соціально-екологічною відповідальністю підприємства, закладаючи фундамент для стійкого розвитку і підвищення корпоративної репутації (United Nations, 2015; Deloitte, 2024).

Основні стратегії технічного розвитку в умовах цифровізації включають такі:

Інноваційно-інвестиційна стратегія передбачає концентрацію ресурсів на впровадженні технологічних інновацій і створенні сприятливого інвестиційного середовища для технічного оновлення підприємства. Основною метою є підвищення конкурентоспроможності за рахунок безперервного впровадження нових технологій, що ґрунтуються на цифрових рішеннях. У результаті запровадження підприємство отримує довгострокову технологічну перевагу, оптимізує витрати на виробництво, розширює ринки збуту завдяки інноваційним продуктам та підвищує інвестиційну привабливість. Ключовими напрямками реалізації є інвестування у науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР); створення внутрішніх інноваційних лабораторій або технопарків; партнерство з ІТ-компаніями, стартапами та університетами; фінансування впровадження цифрових платформ управління, ERP- і CRM-систем; використання державних і міжнародних програм підтримки інновацій (грантів, пільгових кредитів) (Кузьмін & Мельник, 2022; Петрова, 2023).

Інноваційно-інвестиційна стратегія, орієнтована на цифровізацію, сприяє створенню високотехнологічних робочих місць, розвитку людського капіталу й формуванню інклюзивної економіки (European Commission, 2019; Matchuk *et al.*, 2024, August 18). Інвестиції в цифрову інфраструктуру, дослідження та освіту підвищують рівень зайнятості, стимулюють розвиток компетенцій у сфері ІТ, аналітики даних, автоматизації. Це відповідає соціальним аспектам сталого розвитку, зокрема забезпеченню гідної праці та економічного зростання (ціль №8 ООН) (United Nations, 2015; Matchuk *et al.*, 2024, August 18).

Стратегія технологічного оновлення передбачає створення гнучких виробничих систем (Flexible Manufacturing Systems), які здатні швидко реагувати на зміни попиту або технологічні виклики. Це стратегія поступової модернізації матеріально-технічної бази шляхом заміни застарілого обладнання, автоматизації виробничих процесів і впровадження новітніх цифрових технологій у виробництво. Очікуваним ефектом від запровадження цієї стратегії є підвищення ефективності використання основних засобів, зниження енерговитрат, скорочення простоїв обладнання, підвищення якості продукції та стабільності виробництва. Основними інструментами реалізації є технічне переозброєння та модернізація машин і механізмів; застосування робототехнічних систем, датчиків, автоматизованих ліній; впровадження цифрових двійників обладнання (Digital Twin) для моделювання процесів; перехід до систем технічного обслуговування на основі прогностичної аналітики (predictive maintenance); інтеграція Інтернету речей (IoT) у виробничі процеси (Schwab, 2016; Porter & Heppelmann, 2015).

Адаптаційно-інтеграційна стратегія зосереджена на інтеграції цифрових технологій в усі бізнес-процеси підприємства та формуванні єдиного інформаційного середовища управління. Головною ідеєю є створення цілісної цифрової екосистеми, в якій виробничі, логістичні, фінансові та управлінські процеси функціонують узгоджено в реальному часі. Результатами реалізації цієї стратегії може бути зменшення часу прийняття рішень, підвищення точності планування, зниження втрат від неузгодженості дій підрозділів, створення прозорої системи управління ресурсами. Основними напрямками є впровадження ERP, MES, SCM, PLM-систем для комплексного управління; інтеграція виробництва з електронними системами постачальників і споживачів; цифровізація документообігу, фінансових операцій, логістичних процесів; підвищення інформаційної безпеки та кіберзахисту; застосування хмарних технологій для зберігання та обробки даних (Державна стратегія..., 2022).

Стратегія інтелектуалізації виробництва ґрунтується на застосуванні систем штучного інтелекту, машинного навчання та аналітики великих даних (Big Data) для оптимізації виробничих і управлінських процесів. Її суть полягає у формуванні «розумного виробництва» (smart manufacturing), здатного до самонавчання, самодіагностики та адаптації до змін зовнішнього середовища. Скорочення людського фактора в критичних операціях, підвищення точності планування, зменшення помилок і витрат, зростання ефективності управління виробничими ризиками є очікуваним ефектом від використання стратегії. Основними напрямками є автоматизація прийняття рішень на основі штучного інтелекту; прогнозування технічних відмов та оптимізація графіків ремонту; використання аналітики даних для вдосконалення виробничих процесів; створення систем підтримки прийняття рішень (Decision Support Systems); формування цифрових робочих місць та «розумних фабрик» (Державна стратегія..., 2022).

Інтелектуалізація виробництва сприяє не лише технологічному, а й соціальному прогресу. Використання систем штучного інтелекту та аналітики даних дозволяє зменшити монотонні або небезпечні види праці, а отже, підвищити рівень безпеки працівників та їхню професійну задоволеність (Matchuk *et al.*, 2024, August 18). Крім того, цифрові технології відкривають можливості для дистанційного управління виробництвом, що підтримує гнучкі форми зайнятості й зменшує міграційний тиск на регіони (Климчук, 2023; Matchuk *et al.*, 2024, August 18).

Екологічно орієнтована стратегія. В умовах глобальних екологічних викликів і впровадження принципів сталого розвитку технічна модернізація має враховувати екологічні аспекти. Екологічно орієнтована стратегія передбачає поєднання технічного оновлення з екологічною ефективністю та енергозбереженням. Ця стратегія забезпечує зниження впливу виробництва на довкілля, покращення іміджу підприємства, відповідність європейським стандартам екологічної відповідальності, зменшення операційних витрат на енергоресурси. Основними напрямками реалізації є перехід на енергоефективне та низьковуглецеве обладнання; впровадження технологій утилізації та переробки відходів; автоматизація контролю за викидами та споживанням ресурсів; використання цифрових систем моніторингу екологічних показників; формування корпоративних екостандартів і звітності ESG (Петрова, 2023).

Екологічно орієнтована стратегія технічного розвитку має подвійний ефект – економічний та соціальний. Вона забезпечує зниження ресурсомісткості виробництва, підвищення енергоефективності, скорочення шкідливих викидів і відходів (Климчук, 2023; Чиж & Гавриленко, 2022). Водночас така стратегія позитивно впливає на соціальну сферу: покращує умови праці, підвищує екологічну культуру працівників, зміцнює корпоративну відповідальність підприємства перед громадою (Климчук, 2023). Цифрові технології моніторингу довкілля, автоматизовані системи контролю якості повітря чи води, «розумні» енергомережі та аналітика даних створюють нові можливості для досягнення зелених і соціальних цілей, формуючи елементи «екосистеми сталого підприємства» (Бурлака, 2024; Matchuk *et al.*, 2024, August 18).

Комплексна стратегія цифрового технічного розвитку – це інтегрована стратегія, яка поєднує інноваційні, інвестиційні, технологічні, екологічні та інтелектуальні підходи в єдину систему управління технічним розвитком. Основною сутністю є забезпечення збалансованого розвитку всіх складових технічного потенціалу підприємства на основі цифрових технологій. У разі використання цієї стратегії можна сформулювати стійку цифрово-технічну платформу розвитку, що підвищує ефективність усіх процесів, створює нові можливості для масштабування бізнесу та інтеграції в глобальні ланцюги вартості. Основними принципами є системність та узгодженість стратегічних рішень; багаторівневе планування технічного розвитку; цифрова трансформація бізнес-моделі; підготовка

персоналу до роботи в умовах Індустрії 4.0; гнучке управління змінами з використанням аналітики даних (Васильєва, 2023; Schwab, 2016).

Стратегії технічного розвитку мають тісний зв'язок зі сталим розвитком підприємства, який зображено на рисунку 1.

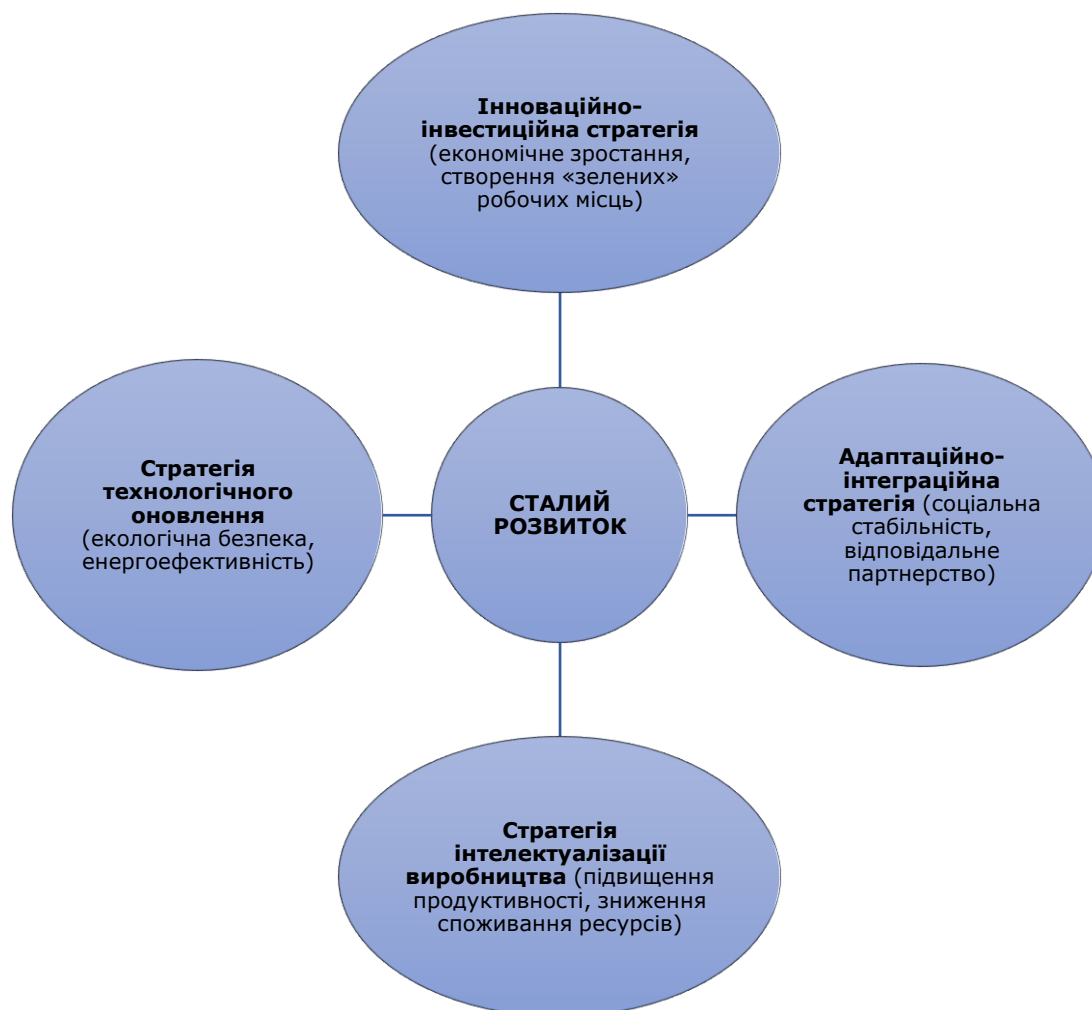


Рисунок 1. Взаємозв'язок між сталим розвитком і стратегіями технічного розвитку підприємства

Джерело: розроблено авторами самостійно

Інфографіка відображає системну взаємодію чотирьох ключових стратегій технічного розвитку – інноваційно-інвестиційної, адаптаційно-інтеграційної, технологічного оновлення та інтелектуалізації виробництва – у забезпеченні сталого розвитку. Зокрема, показано, що кожна зі стратегій сприяє формуванню економічної, соціальної та екологічної складових сталого розвитку через модернізацію виробництва, впровадження інновацій, підвищення ефективності використання ресурсів і розвиток людського потенціалу.

Кожна із зазначених стратегій може реалізовуватися як окремо, так і у поєднанні з іншими залежно від цілей підприємства. Оптимальним підходом є комплексна стратегія, яка передбачає поетапне впровадження цифрових технологій, модернізацію технічної бази, підвищення кваліфікації персоналу, формування інноваційної корпоративної культури та потребує наявності сприятливого інституційного середовища, державної підтримки інновацій та розвиненої цифрової інфраструктури (Державна стратегія... 2022). На рисунку 2 зображено перспективні напрями комплексної стратегії.



Рисунок 2. Перспективні напрями комплексної стратегії

Джерело: розроблено авторами самостійно

Перший напрям передбачає формування єдиної інфраструктури цифрових сервісів, що забезпечують інтеграцію промислових підприємств у національну екосистему Індустрії 4.0. Такі платформи мають включати хмарні рішення для виробничого планування, управління життєвим циклом продукції, обміну даними між підприємствами та державними структурами. Реалізація цього напрямку сприятиме зменшенню цифрового розриву між великими та малими підприємствами, а також підвищенню технологічної незалежності країни.

Другий напрям передбачає розвиток партнерств із зарубіжними науковими центрами, технологічними компаніями та інвестиційними фондами, що є ключовим фактором прискорення технічного прогресу. Міжнародна кооперація сприяє трансферу технологій, обміну знаннями, участі у спільних дослідницьких програмах і проєктах Horizon Europe або Digital Europe. Завдяки цьому українські підприємства отримують доступ до передових практик цифрової модернізації, що підвищує їхню конкурентоспроможність на глобальному ринку.

Третій напрям зазначає, що успіх цифрової трансформації безпосередньо залежить від людського капіталу. Необхідно створювати освітні програми, спрямовані на підготовку фахівців у сферах автоматизації, аналітики даних, кібербезпеки, штучного інтелекту, цифрового менеджменту. Особлива увага має приділятися перекваліфікації працівників традиційних галузей, щоб запобігти структурному безробіттю та забезпечити соціальну стійкість. Підприємства можуть співпрацювати з університетами та освітніми платформами для формування системи безперервного навчання (lifelong learning).

Четвертий напрям стосується формування центрів компетенцій Індустрії 4.0. Такі центри мають стати майданчиками для розроблення, тестування й впровадження інноваційних технологій – від робототехніки та 3D-друку до кіберфізичних систем і хмарних сервісів. Вони забезпечують взаємодію між бізнесом, наукою та державою, сприяючи формуванню інноваційних кластерів. Центри компетенцій також можуть надавати

консультаційні послуги підприємствам у сфері цифрової трансформації, проводити тренінги, хакатони та пілотні проекти.

Останній напрям передбачає створення державною політикою сприятливого податкового середовища для компаній, що інвестують у наукові дослідження та розробки (R&D), і впровадження цифрових технологій. Це може включати податкові кредити, гранти на інноваційні проекти, зниження ставки податку на прибуток для підприємств, які впроваджують енергоефективні або екологічно чисті технології. Такий підхід стимулює бізнес до активнішого впровадження технічних інновацій, сприяє створенню нових робочих місць і підвищенню рівня технологічної конкурентоспроможності економіки.

Важливим чинником успіху є готовність управлінського персоналу до змін, здатність підприємства інтегрувати цифрові інструменти у свою стратегію розвитку та забезпечити безперервне оновлення техніко-технологічної бази, з одночасним урахуванням екологічних і соціальних факторів, формуванням культури інновацій та навчання співробітників, здатних ефективно працювати в умовах цифрової трансформації, а також створенням системи моніторингу та оцінки впливу впроваджених технологій на сталий розвиток і соціальну відповідальність підприємства (United Nations, 2015; Бурлака, 2024; Климчук, 2023). Використання в управлінні підприємством досягнень у галузі інформаційних технологій забезпечує своєчасність і повноту інформації про господарські процеси, що забезпечує можливості глибокого аналізу та прогнозування діяльності (Чиж & Гавриленко, 2022).

Висновки

Актуальність теми обґрунтована реальними та швидко зростаючими викликами: підприємствам необхідно розробляти стратегії технічного розвитку, які одночасно прискорюють цифрову трансформацію і забезпечують сталий, екологічно та соціально відповідальний розвиток. Сучасна література підтверджує великий потенціал цифрових технологій для досягнення SDG, але підкреслює потребу у конкретних, стандартизованих інструментах оцінки, емпіричних дослідженнях для МСП та ресурсах на державному рівні для масштабування «подвійного переходу» – цифрового й зеленого.

Технічний розвиток в умовах цифровізації набуває нової якості – він стає інтегрованим процесом поєднання інновацій, технологій і цифрових систем управління. Основними стратегіями є інноваційно-інвестиційна, технологічного оновлення, адаптаційно-інтеграційна, інтелектуалізації та екологічна, що разом формують комплексну модель цифрового технічного розвитку. Цифровізація сприяє підвищенню продуктивності, зниженню витрат, покращенню екологічних показників і формуванню стійких конкурентних переваг підприємств. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці моделей оцінки ефективності технічного розвитку підприємств у цифровому середовищі та визначенні критеріїв цифрової зрілості виробничих систем.

Стратегії технічного розвитку в умовах цифрової трансформації мають бути узгоджені зі стратегіями сталого розвитку. Їхня реалізація сприяє зеленому переходу економіки, зниженню екологічного навантаження, підвищенню соціальної відповідальності бізнесу та розвитку людського потенціалу. Поєднання технологічного прогресу з екологічною етикою і соціальними цінностями стає фундаментом довгострокової конкурентоспроможності підприємств у XXI столітті.

Подяки

Немає.

Конфлікт інтересів

Немає.

Список використаних джерел

- Бурлака, О. І. (2024). Цифровізація та сталий розвиток: нові виклики технічної модернізації підприємств. *Економічний простір*, 175.
- Васильєва, Н. В. (2023). Технічний розвиток підприємств у контексті цифрової трансформації економіки. *Економічний вісник*.
- Державна стратегія цифрової трансформації економіки України до 2030 року. (2022). Київ: Мінцифра.
- Климчук, І. В. (2023). Екологічна трансформація виробництва в умовах цифрової економіки. *Вісник соціально-економічних досліджень*, 2.
- Кузьмін, О. Є., & Мельник, О. Г. (2022). Стратегії інноваційного розвитку промислових підприємств. *Бізнес Інформ*, 3.
- Петрова, І. М. (2023). Управління технічним потенціалом підприємства в умовах цифровізації. *Економіка та держава*, 10.
- Чиж, В. І., & Гавриленко, В. О. (2022). Обліково-аналітичне забезпечення управління підприємством в умовах цифрової економіки. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки*, 1, 88–93.
- Bressanelli, G. et al. (2023). The role of Industry 4.0 in circular economy: Systematic literature review. *Resources, Conservation & Recycling*.
- Deloitte. (2024). *Sustainable Industry 4.0: Pathways for integrating digital and green transitions*. London.
- European Commission. (2019). *The European Green Deal*. Brussels. Retrieved from https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- European Parliament. (2025). *Report on digital and green transition for inclusive growth in Europe*. Strasbourg.
- Jovanović, M. et al. (2024). Digital technologies for sustainable industrial development. *Technological Forecasting & Social Change*.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2023). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0*. German National Academy of Science and Engineering.
- Matchuk, S., Havrylenko, V., Lukanovska, I., Kharkhalis, T., & Ostapenko, Y. (2024, August 18). The evolution of accounting and auditing in the era of digital technologies: The role of cloud services and process automation. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 3, 1138. Retrieved from <https://conferencias.ageditor.ar/index.php/sctconf/article/view/1138>. doi: 10.56294/sctconf2024.1138 ISSN: 2953-4860
- OECD. (2024). *Twin transition for SMEs: Policy toolkit for green and digital transformation*. Paris.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 97–114.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. *The World Economic Forum*. Retrieved from <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab/>
- Su, C. et al. (2024). Digital transformation and enterprise sustainability: Evidence from manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: UN.
- World Economic Forum. (2020). *Shaping the future of the Fourth Industrial Revolution for society and the environment*. Geneva.

References

- Bressanelli, G. et al. (2023). The role of Industry 4.0 in circular economy: Systematic literature review. *Resources, Conservation & Recycling*.
- Burlaka, O. I. (2024). Digitalization and sustainable development: New challenges of technical modernization of enterprises. *Economic Space*, 175.
- Chyzh, V. I., & Havrylenko, V. O. (2022). Accounting and analytical support for enterprise management in the digital economy. *Bulletin of Khmelnytskyi National University. Series: Economic Sciences*, 1, 88–93.
- Deloitte. (2024). *Sustainable Industry 4.0: Pathways for integrating digital and green transitions*. London.
- European Commission. (2019). *The European Green Deal*. Brussels. Retrieved from https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

- European Parliament. (2025). *Report on digital and green transition for inclusive growth in Europe*. Strasbourg.
- Jovanović, M. et al. (2024). Digital technologies for sustainable industrial development. *Technological Forecasting & Social Change*.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2023). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0*. German National Academy of Science and Engineering.
- Klymchuk, I. V. (2023). Ecological transformation of production in the context of digital economy. *Bulletin of Socio-Economic Research*, 2.
- Kuzmin, O. Ye., & Melnyk, O. H. (2022). Strategies of innovative development of industrial enterprises. *Business Inform*, 3.
- Matchuk, S., Havrylenko, V., Lukanovska, I., Kharkhalis, T., & Ostapenko, Y. (2024, August 18). The evolution of accounting and auditing in the era of digital technologies: The role of cloud services and process automation. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 3, 1138. Retrieved from <https://conferencias.ageditor.ar/index.php/sctconf/article/view/1138>. doi: 10.56294/sctconf2024.1138 ISSN: 2953-4860
- OECD. (2024). *Twin transition for SMEs: Policy toolkit for green and digital transformation*. Paris.
- Petrova, I. M. (2023). Management of enterprise technical potential in the context of digitalization. *Economics and State*, 10.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 97–114.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. *The World Economic Forum*. Retrieved from <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab/>
- State Strategy of Digital Transformation of the Economy of Ukraine until 2030. (2022). Kyiv: Ministry of Digital Transformation.
- Su, C. et al. (2024). Digital transformation and enterprise sustainability: Evidence from manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: UN.
- Vasylieva, N. V. (2023). Technical development of enterprises in the context of digital transformation of the economy. *Economic Bulletin*.
- World Economic Forum. (2020). *Shaping the future of the Fourth Industrial Revolution for society and the environment*. Geneva.