

А. Й. Клещов,
к. т. н., докторант кафедри смарт-економіки,
Київський національний університет технологій та дизайну;
Національний координатор проєкту, Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9412-4156>

DOI: 10.32702/2306-6814.2024.18.76

АНАЛІЗ ТРЕНДУ ЩОДО ВИМОГ ДО ВИРОБНИЧИХ ПЛОЩАДОК ТА ІНДУСТРІАЛЬНИХ ПАРКІВ

A. Kleshchov,
PhD in Technical Sciences, Doctoral candidate of the Department of Smart Economics,
Kyiv National University of Technology and Design;
National Project Coordinator, United Nations Industrial Development Organisation

ANALYSIS OF THE TREND CONCERNING REQUIREMENTS FOR MANUFACTURING SITES AND INDUSTRIAL PARKS

У статті проведено аналіз тенденцій щодо вимог до виробничих площадок та індустріальних парків у контексті переходу до циркулярної економіки. Висвітлено необхідність впровадження замкнених виробничих циклів, ефективного управління відходами та оптимізації використання ресурсів. Визначено важливість інтеграції нових технологій, таких як Інтернет речей, автоматизація та цифрові рішення, а також впровадження екологічного менеджменту для підвищення стійкості підприємств. Крім того, розглянуто виклики, пов'язані з конфліктуючими вимогами, такими як баланс між автоматизацією та соціальною відповідальністю, а також використанням відновлюваних джерел енергії та економічною ефективністю. Визначено, що використання гнучких методологій планування та управління є важливим при впровадженні інноваційних рішень, які враховують самовиключні вимоги. Це може включати фазовий підхід до інвестицій у нові технології, що дозволяє компаніям поступово адаптуватися до нових екологічних та економічних умов. Стаття наголошує на необхідності інвестицій у новітні технології для досягнення довгострокової стійкості промислових об'єктів та індустріальних парків.

This article provides a comprehensive analysis of the evolving trends and requirements for manufacturing sites and industrial parks within the framework of the transition to a circular economy. The study emphasizes the critical need for implementing closed-loop production cycles, which are designed to minimize waste and optimize resource use, thereby contributing to sustainable industrial practices. Effective waste management and resource optimization are highlighted as essential components of this transition, requiring significant changes in the planning and management of industrial facilities. The article further explores the importance of integrating advanced technologies into manufacturing processes. Technologies such as the Internet of Things, automation, and digital solutions are identified as key enablers of increased efficiency and sustainability in industrial operations. The article addresses the challenges posed by conflicting requirements that arise during the implementation of these new technologies and practices. For instance, the balance between

increased automation and social responsibility is a significant concern, as automation can lead to job displacement, which conflicts with the goals of maintaining employment levels and ensuring social equity. Similarly, the article discusses the tension between the use of renewable energy sources, which often require substantial upfront investments, and the need for economic efficiency, particularly in the short term. The article underscores the importance of adopting flexible planning and management methodologies to navigate these conflicting demands. By employing a phased approach to investments in new technologies, companies can gradually adapt to evolving environmental and economic conditions, thereby minimizing the risks associated with abrupt changes. This approach allows for a more measured and sustainable transition, ensuring that industrial sites remain competitive while meeting new regulatory and market expectations. Finally, the article emphasizes the critical role of continuous investment in cutting-edge technologies to achieve long-term sustainability for industrial facilities and industrial parks. This investment is necessary not only to comply with environmental regulations but also to enhance the overall resilience and competitiveness of industrial operations in a rapidly changing global economy.

*Ключові слова: індустриальні парки, виробничі площадки, вимоги, самовиключні вимоги.
Key words: Industrial parks, Manufacturing sites, Requirements, Conflicting requirements.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ

В сучасних умовах перехід до циркулярної економіки набуває особливої актуальності, оскільки традиційні моделі виробництва вже не відповідають вимогам сталого розвитку. Виробничі площадки та індустриальні парки стикаються з необхідністю суттєвої трансформації, щоб відповідати новим екологічним стандартам, мінімізувати негативний вплив на довкілля та оптимізувати використання ресурсів. Однак, впровадження цих змін вимагає значних інвестицій, інновацій та адаптації до нових технологій, що створює численні виклики для підприємств. Додатково, існує необхідність збалансувати взаємовиключні вимоги, такі як автоматизація процесів і збереження робочих місць, економічна ефективність та екологічна стійкість. У зв'язку з цим, актуальним є дослідження стратегій і методологій, які дозволять забезпечити ефективну адаптацію промислових об'єктів до нових умов та вимог.

МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є аналіз вимог до виробничих площадок та індустриальних парків.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У роботі [1], автори надали огляд концепції циркулярної економіки та її впливу на промислові системи. Автори підкреслюють, що інтеграція циркулярної економіки в промислові площадки вимагає значних змін у плануванні та управлінні. Це включає перехід від лінійних до замкнених виробничих процесів, що мінімізує використання ресурсів і знижує відходи. Стаття також розглядає виклики, з якими стикаються компанії при впровадженні циркулярних моделей, зокрема потребу в значних інвестиціях та технологічних новаціях.

У роботі [2] розглянута концепція промислової екології на рівні фабрик, яка спрямована на інтеграцію екологічних практик у виробничі процеси. Автори пропонують модель, яка допомагає впроваджувати стійкі

практики, такі як рециклінг матеріалів та зниження викидів. Стаття підкреслює, що впровадження промислової екології вимагає перебудови інфраструктури промислових площадок, зокрема адаптації до нових екологічних вимог. Висновки дослідження показують, що такі зміни можуть підвищити ефективність та конкурентоспроможність підприємств.

Робота [3] розглядає роль систем екологічного менеджменту як рушійної сили для сталого розвитку промисловості. Автори досліджують, як впровадження таких систем може змінити вимоги до промислових площадок, включаючи необхідність в нових технологіях та процесах для зниження екологічного впливу. Дослідження показує, що компанії, які впроваджують екологічний менеджмент, можуть не тільки знизити свої витрати, але й підвищити стійкість до змінних ринкових умов.

У статті [4] розглядається концепція промислової симбіозу, яка полягає у взаємному використанні ресурсів між різними підприємствами на одній промисловій площадці. Автор аналізує численні випадки успішного впровадження промислової симбіозу, що дозволило значно підвищити ефективність використання ресурсів і знизити екологічний вплив. Дослідження підкреслює, що для успішного впровадження промислової симбіозу необхідні координація між підприємствами та відповідні зміни в інфраструктурі промислових площадок.

Фонд Еллен МакАртур [5] розглядає економічну та бізнесову мотивацію для переходу до циркулярної економіки. Автори підкреслюють, що промислові площадки, які прагнуть впровадити циркулярні моделі, потребують значних інвестицій у нові технології та процеси, що сприяють рециклінгу та повторному використанню матеріалів. У статті також розглядаються конкретні приклади компаній, які успішно впровадили такі моделі, і досягли підвищення ефективності та зниження витрат.

Дослідження [6] фокусується на розвитку циркулярної економіки в Китаї, аналізуючи виклики та можливості для досягнення швидкого розвитку. Автори розг-



Рис. 1. Вимоги до промислових площадок

Джерело: систематизовано за інформацією [1—10].

лядають, як концепція циркулярної економіки впливає на вимоги до промислових площадок, зокрема на необхідність інтеграції нових технологій для зниження впливу на довкілля. Стаття також підкреслює роль державної політики у підтримці компаній, які прагнуть впровадити циркулярні моделі у своїх виробничих процесах.

Авторами [7] розглядається циркулярна економіка як нова стратегія розвитку для Китаю. Автори досліджують, як впровадження цієї стратегії змінює вимоги до промислових площадок, зокрема необхідність адаптації до нових екологічних стандартів та інтеграції систем управління відходами. У статті також аналізуються конкретні приклади успішного впровадження циркулярної економіки в китайських компаніях, що дозволило підвищити ефективність використання ресурсів і знизити витрати.

Дослідження [8] аналізує циркулярну економіку як концепцію, що залишається предметом активних дискусій у наукових колах. Автори розглядають різні підходи до впровадження циркулярної економіки на промислових площадках, зокрема виклики, пов'язані з адаптацією інфраструктури та управлінням ресурсами. Стаття підкреслює, що успішне впровадження циркулярної економіки вимагає координації між різними зацікавленими сторонами, включаючи уряди, бізнес та наукову спільноту.

У статті [9] досліджується концепція соціально-економічного метаболізму як парадигми для вивчення біофізичних основ людських суспільств. Автори аналізують, як ця концепція може бути застосована для планування і управління промисловими площадками, включаючи оптимізацію використання ресурсів та зниження екологічного впливу. Дослідження підкреслює важливість комплексного підходу до управління промисловими об'єктами, що враховує соціальні, економічні та екологічні аспекти.

Автори [10] проаналізували концепцію циркулярної економіки як нову парадигму стійкості. Автори досліджують, як циркулярна економіка змінює традиційні підходи до управління промисловими площадками, включаючи впровадження замкнутих виробничих процесів та рециклінгу матеріалів. У статті також розглядаються переваги та виклики, пов'язані з переходом до

циркулярної економіки, зокрема необхідність в інноваціях та інвестиціях у нові технології.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

В результаті проведеного аналізу, визначено тренди вимог до промислових площадок та індустріальних парків, а також частоту їх згадувань, рисунок 1.

Проаналізовані дослідження підкреслюють важливість впровадження циркулярної економіки в промислових процесах. Це включає замкнуті цикли виробництва, рециклінг матеріалів і зниження відходів. Перехід до циркулярної економіки вимагає значних змін у плануванні та управлінні промисловими площадками, оскільки вони повинні підтримувати замкнуті виробничі цикли, забезпечувати ефективне управління відходами та оптимізацію використання ресурсів. Інфраструктура повинна адаптуватися до нових екологічних стандартів і вимог [1—3, 5, 6]. Впровадження систем екологічного менеджменту стає невід'ємною частиною розвитку промислових площадок. Це включає моніторинг і управління викидами, оптимізацію енергоспоживання і зменшення впливу на довкілля. Інфраструктура промислових об'єктів повинна бути модернізована, щоб відповідати новим екологічним вимогам, що сприяє підвищенню стійкості підприємств [2, 3, 7]. Циркулярна економіка і стійке виробництво вимагають впровадження новітніх технологій, таких як Інтернет речей (IoT), автоматизація, і цифрові рішення для підвищення ефективності виробництва та управління ресурсами. Це створює нові вимоги до промислових площадок, які повинні підтримувати ці технології через оновлення інфраструктури і вдосконалення управлінських процесів [4, 9, 10]. Концепція промислової симбіозу, яка передбачає взаємне використання ресурсів між різними підприємствами, стає все більш популярною. Цей підхід допомагає підвищити ефективність використання ресурсів, знижує витрати на утилізацію відходів і мінімізує екологічний вплив. Промислові площадки повинні бути спроектовані так, щоб підтримувати таку співпрацю між різними підприємствами [4, 6]. Усі розглянуті дослідження підкреслюють важливість інвестицій у нові технології та модернізацію промислових об'єктів для підтримки пе-

Таблиця 1. Матриця конфліктів

	Максимізація автоматизації	Використання відновлюваних джерел енергії	Максимізація використання місцевих матеріалів	Інтенсифікація виробництва	Соціальна відповідальність	Висока економічна ефективність	Циркулярна економіка	Екологічна стійкість
Максимізація автоматизації	0	0	0	0	1	0	0	0
Використання відновлюваних джерел енергії	0	0	0	0	0	1	0	0
Максимізація використання місцевих матеріалів	0	0	0	0	0	0	1	0
Інтенсифікація виробництва	0	0	0	0	0	0	0	1
Соціальна відповідальність	1	0	0	0	0	0	0	0
Висока економічна ефективність	0	1	0	0	0	0	0	0
Циркулярна економіка	0	0	1	0	0	0	0	0
Екологічна стійкість	0	0	0	1	0	0	0	0

Джерело: сформовано автором.

реходу до стійких і циркулярних моделей виробництва. Компанії, які інвестують у ці зміни, не тільки знижують свій екологічний слід, але й підвищують свою довгострокову конкурентоспроможність і ефективність [1, 5, 7, 10]. Зміни вимог до промислових площадок значною мірою обумовлені впровадженням циркулярної економіки, підвищенням екологічних стандартів і потребою в інтеграції нових технологій. Промислові об'єкти повинні адаптуватися до цих змін через модернізацію інфраструктури, впровадження систем екологічного менеджменту та активні інвестиції в інновації. Це дозволить підвищити ефективність використання ресурсів, зменшити вплив на довкілля та забезпечити стійкість виробничих процесів у довгостроковій перспективі.

Проте, частина вимог до площадок є самовиключними. Наприклад:

Приклад самовиключних вимог:

— Максимізація автоматизації та

Соціальна відповідальність (збереження робочих місць). Підвищення рівня автоматизації може призводити до скорочення робочих місць, що суперечить цілям соціальної відповідальності компанії щодо збереження робочих місць.

— Використання відновлюваних джерел енергії та Висока економічна ефективність. Інвестиції в інфраструктуру для відновлюваної енергії можуть мати високі початкові витрати, що суперечить вимогам економічної ефективності, особливо в короткостроковій перспективі.

— Максимізація використання місцевих матеріалів та Циркулярна економіка (глобальний рециклінг). Використання лише місцевих матеріалів може бути суперечливим до глобальної стратегії циркулярної економіки, яка передбачає переробку матеріалів, отриманих із різних регіонів.

— Інтенсифікація виробництва та Екологічна стійкість. Підвищення інтенсивності виробництва може призводити до збільшення екологічного впливу, що суперечить вимогам до екологічної стійкості.

Для подальшого узагальнення результатів дослідження та структурованого аналізу вимог до промислових площадок і індустріальних парків у контексті сучасних викликів, доцільно розглянути основні конфліктуючі вимоги. У таблиці 1 представлено матрицю конфліктів, яка ілюструє взаємозалежності та протиріччя між різними вимогами, що виникають під час адаптації промислових об'єктів до нових екологічних та економічних стандартів. Такий підхід дозволяє не лише виявити критичні точки конфлікту, але й формувати рекомендації щодо оптимізації управлінських рішень у сфері промислового розвитку.

Матриця конфліктів показує наявність кількох взаємовиключних вимог, які створюють складності при проектуванні та управлінні промисловими площадками. Наприклад, максимізація автоматизації ча-

сто конфліктує з соціальною відповідальністю (збереження робочих місць), що підкреслює важливість балансу між технологічним прогресом та соціальними аспектами. Деякі вимоги, такі як використання відновлюваних джерел енергії та економічна ефективність, можуть бути взаємовиключними в короткостроковій перспективі через високі початкові інвестиції. Це вимагає пошуку компромісів і довгострокового планування для досягнення стійких результатів. Використання місцевих матеріалів може суперечити принципам глобальної циркулярної економіки, яка передбачає переробку матеріалів з різних регіонів. Це підкреслює необхідність ретельного планування логістичних ланцюгів та управління матеріальними потоками для досягнення максимального ефекту від циркулярних моделей. Інтенсифікація виробництва може призвести до зниження екологічної стійкості, що вимагає впровадження новітніх екологічно чистих технологій для зменшення негативного впливу на довкілля.

Використання гнучких методологій планування та управління може допомогти у впровадженні інноваційних рішень, які враховують самовиключні вимоги. Це може включати фазовий підхід до інвестицій у нові технології, що дозволяє компаніям поступово адаптуватися до нових екологічних та економічних умов. Для успішного вирішення конфліктів, які виникають між різними вимогами, компаніям слід активно інвестувати в наукові дослідження та інноваційні технології. Це допоможе знайти нові способи оптимізації виробничих процесів, які мінімізують негативний вплив та підвищують ефективність. Компанії повинні регулярно проводити оцінку ризиків, пов'язаних із конфліктуючими вимогами, для своєчасного виявлення потенційних проблем і впровадження заходів для їх вирішення. Це включає оцінку впливу на довкілля, соціальну відповідальність і фінансову стійкість.

ВИСНОВКИ

Перехід до циркулярної економіки вимагає значних змін у плануванні та управлінні промисловими об'єктами. Це включає необхідність підтримки замкнутих виробничих циклів, ефективного управління відходами та оптимізації використання ресурсів. Екологічний менеджмент стає ключовою складовою розвитку промислових площадок. Впровадження таких систем дозволяє оптимізувати енергоспоживання, зменшити екологічний вплив та підвищити стійкість підприємств до змінних ринкових умов. Успішний перехід до циркулярної економіки вимагає впровадження новітніх технологій, таких як Інтернет речей, автоматизація та цифрові рішення. Промислові об'єкти та індустріальні парки повинні бути адаптовані для підтримки цих технологій через модернізацію інфраструктури. Концепція промислової симбіозу, яка передбачає взаємне використання ресурсів між різними підприємствами, стає все більш популярною. Це сприяє зниженню витрат на утилізацію відходів та мінімізації екологічного впливу. Аналіз показав наявність кількох взаємовиключних вимог, які створюють складності при плануванні та управлінні промисловими площадками та індустріальними парками. Наприклад, підвищення рівня автоматизації може конфліктувати з соціальною відповідальністю (збереження робочих місць).

Література:

- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016), "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems", *Journal of Cleaner Production*, vol. 114, 11—32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Despeisse, M., Ball, P. D., Evans, S., & Levers, A. (2012), "Industrial ecology at factory level — a conceptual model", *Journal of Cleaner Production*, vol. 31, 30—39. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.02.027>
- Schmidt, J.-S., & Osebold, R. (2014), "Environmental management systems as a driver for sustainability: state of implementation, benefits and barriers in German construction companies", *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 23 (1), 150—162. <https://doi.org/10.3846/13923730.2014.946441>
- Chertow, M. R. (2000), "Industrial symbiosis: Literature and taxonomy", *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 25 (1), 313—337. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015), "Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition". https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_26-Nov-2015.pdf
- Geng, Y., & Doberstein, B. (2008), "Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'", *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, vol. 15 (3), 231—239. <https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:6>
- Yuan, Z., Bi, J., & Moriguchi, Y. (2006), "The circular economy: A new development strategy in China", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 10 (1-2), 4—8. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018), "Circular economy as an essentially contested concept", *Journal of Cleaner Production*, vol. 175, 544—552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Pauliuk, S., & Hertwich, E. G. (2015), "Socioeconomic metabolism as paradigm for studying the biophysical basis of human societies", *Ecological Economics*, vol. 119, 83—93. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.08.012>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017), "The Circular Economy — A new sustainability paradigm?", *Journal of Cleaner Production*, vol. 143, 757—768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

concept", *Journal of Cleaner Production*, vol. 175, 544—552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>

9. Pauliuk, S., & Hertwich, E. G. (2015), "Socioeconomic metabolism as paradigm for studying the biophysical basis of human societies", *Ecological Economics*, vol. 119, 83—93. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.08.012>

10. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017), "The Circular Economy — A new sustainability paradigm?", *Journal of Cleaner Production*, vol. 143, 757—768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

References:

1. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016), "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems", *Journal of Cleaner Production*, vol. 114, pp. 11—32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>

2. Despeisse, M., Ball, P. D., Evans, S., & Levers, A. (2012), "Industrial ecology at factory level — a conceptual model", *Journal of Cleaner Production*, vol. 31, pp. 30—39. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.02.027>

3. Schmidt, J.-S., & Osebold, R. (2014), "Environmental management systems as a driver for sustainability: state of implementation, benefits and barriers in German construction companies", *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 23 (1), pp. 150—162. <https://doi.org/10.3846/13923730.2014.946441>

4. Chertow, M. R. (2000), "Industrial symbiosis: Literature and taxonomy", *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 25 (1), 313—337. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>

5. Ellen MacArthur Foundation. (2015), "Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition", available at: https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_26-Nov-2015.pdf (Accessed 25 Aug 2024).

6. Geng, Y., & Doberstein, B. (2008), "Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'", *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, vol. 15 (3), pp. 231—239. <https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:6>

7. Yuan, Z., Bi, J., & Moriguchi, Y. (2006), "The circular economy: A new development strategy in China", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 10 (1—2), pp. 4—8. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>

8. Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018), "Circular economy as an essentially contested concept", *Journal of Cleaner Production*, vol. 175, pp. 544—552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>

9. Pauliuk, S., & Hertwich, E. G. (2015), "Socioeconomic metabolism as paradigm for studying the biophysical basis of human societies", *Ecological Economics*, vol. 119, pp. 83—93. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.08.012>

10. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017), "The Circular Economy — A new sustainability paradigm?", *Journal of Cleaner Production*, vol. 143, pp. 757—768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Стаття надійшла до редакції 03.09.2024 р.