

УДК 334:338.2

DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.92.352999>

МЕХАНІЗМИ ІНТЕГРАЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В ЦИРКУЛЯРНУ ЕКОСИСТЕМУ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ПАРКІВ

*Гараєв М. В., к.е.н., доцент,
проректор з міжнародної діяльності (НАУ «ХАІ»),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9578-7859>*



У статті проведено ґрунтовне дослідження світового досвіду реалізації екологічних ініціатив та розбудови екоіндустріальних парків, що дозволило з'ясувати ефективність циркулярного підходу як стратегічної основи сталого розвитку промислових територій та транспортної інфраструктури. Визначено ключові принципи екологічної інтеграції транспортної інфраструктури в циркулярну екосистему індустріальних парків. Розроблено механізм екологічної інтеграції транспортної інфраструктури в циркулярну екосистему індустріальних парків, який охоплює принципи, етапи та інструменти підтримки інтеграційних процесів. Особливістю запропонованого механізму є виокремлення двох груп інструментів: традиційних циркулярно-інтеграційних рішень та інноваційних важелів екологічної ревіталізації транспортної інфраструктури. Доведено, що реалізація даного підходу сприятиме оптимізації матеріальних та енергетичних потоків, формуванню нової моделі взаємодії між транспортною інфраструктурою та промисловими екосистемами, створюючи передумови для підвищення конкурентоспроможності регіонів, зниження екологічного навантаження та реалізації національних стратегій сталого розвитку.

Ключові слова: *транспортна інфраструктура, індустріальні парки, механізм, інтеграція, циркулярність, циркулярна екосистема, екологія.*

MECHANISMS FOR INTEGRATION OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE INTO THE CIRCULAR ECOSYSTEM OF INDUSTRIAL PARKS

Garaev M. V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, vice-rector for international activities (NAU “KHAI”)

The article conducts a thorough study of the world experience in implementing environmental initiatives and developing eco-industrial parks, which made it possible to clarify the effectiveness of the circular approach as a strategic basis for the sustainable development of industrial areas and transport infrastructure. The key principles of ecological integration of transport infrastructure into the circular ecosystem of industrial parks are identified. A mechanism for ecological integration of transport infrastructure into the circular ecosystem of industrial parks is developed, which includes the principles, stages and tools for supporting integration processes. A feature of the proposed mechanism is the separation of two groups of tools: traditional circular integration solutions and innovative levers of ecological revitalization of transport infrastructure. The latter group includes such modern circular tools as recycling and upcycling. In particular, recycling in transport infrastructure involves the processing of rails, sleepers, metal structures, lubricants, concrete elements after dismantling or modernization, the recovery of materials for the construction of new facilities within the industrial park, reducing the cost of purchasing primary raw materials and reducing the carbon footprint, etc. Upcycling is aimed at transforming waste or unnecessary materials and products into items of higher quality, functionality or aesthetic value than their initial state, and involves the use of decommissioned infrastructure elements (e.g. containers, wagons, platforms) to create new functional facilities (warehouses, pavilions, offices), the application of design solutions for industrial upcycling (combining functionality with aesthetics), and increasing the reputational value of the park as an environmentally responsible space. While recycling usually involves crushing and reprocessing into raw materials, upcycling increases the value and usefulness of the object itself without destroying the material to its original components, which is the key difference between these tools for the ecological revitalization of transport infrastructure. It has been proven that the implementation of this approach will contribute to the optimization of material and energy flows, the formation of a new model of interaction between transport infrastructure and industrial ecosystems, creating the prerequisites for increasing the competitiveness of regions, reducing the environmental load and implementing national sustainable development strategies.

Keywords: *transport infrastructure, industrial parks, mechanism, integration, circularity, circular ecosystem, ecology.*

Постановка проблеми та її зв'язки з науковими чи практичними завданнями. У контексті глобального та масштабного поширення принципів сталого розвитку, циркулярна економіка стала ключовим мегатрендом, що трансформує промислові моделі, логістичні системи та інфраструктурні підходи, забезпечуючи не лише зменшення відходів, а й створення замкнених виробничих циклів, де ресурси

використовуються повторно, а енергія – максимально ефективно.

Організаційним базисом ефективної реалізації циркулярної моделі наразі є індустріальні парки, що виступають платформами для промислової кооперації, впровадження інновацій та циркулярних рішень. Такі індустріальні екосистеми інтегрують значну кількість різних учасників: від великих промислових

суб'єктів до малого та середнього бізнесу, логістичних операторів, постачальників енергії, компаній з управління відходами тощо. При цьому одним із ключових критичних елементів даної екосистеми є транспортна інфраструктура, яка забезпечує мобільність ресурсів, координацію між підприємствами та логістику вторинної сировини. Інтеграція транспортного комплексу в екосистему індустріальних парків дозволяє не лише підвищити їхню конкурентоспроможність, а й створити умови для формування нових бізнес-моделей, орієнтованих на екологічну відповідальність. З огляду на зазначене, обраний напрям дослідження є надзвичайно актуальним і вимагає комплексного аналізу циркулярного потенціалу індустріальних парків України, а також оцінювання ефективності функціонування транспортної інфраструктури як ключового елементу циркулярної індустріальної екосистеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання екологічності економічного розвитку та циркулярності індустріальних об'єктів в останні роки набули надзвичайної актуальності і досліджуються в публікаціях багатьох вчених, серед яких: Дикань В., Корінь М., Марченко Є., Обруч Г., Пронь Л., Резнікова Н., Токмакова І. та інші [1-7]. Разом із цим, недостатньо вирішеним на сьогодні залишається питання обґрунтування стратегічних підходів до підвищення ресурсоефективності та екологічної стійкості транспортної інфраструктури шляхом її включення в циркулярні індустріальні екосистеми.

Метою статті є наукове обґрунтування та розроблення механізму екологічної інтеграції транспортної інфраструктури в циркулярну екосистему індустріальних парків на основі узагальнення світового досвіду, визначення принципів, етапів та інструментів циркулярно-інтеграційної взаємодії.

Виклад основного матеріалу. Світова практика демонструє, що на сьогодні вже реалізовано успішні кейси

інтеграції транспортних систем у циркулярні моделі індустріальних парків, у т. ч. у Данії, Нідерландах, Німеччині, Китаї. Зважаючи на те, що Україна нині перебуває, з одного боку, під тиском геополітичної нестабільності та безпекових викликів, а, з іншого, – на етапі трансформації економіки та відновлення промислового потенціалу, для виявлення ефективних інтеграційних механізмів екоіндустріального симбіозу слід детальніше проаналізувати такого роду світову практику.

Прикладом найбільшої концентрації промислових компаній і ефективного регіонального екоорієнтованого співробітництва є Kalundborg Industrial Symbiosis (Данія), що представляє собою унікальну модель співпраці між підприємствами в місті, у межах якої відходи, тепло, вода та побічні продукти одних компаній використовуються як ресурси для інших. Особливістю такої моделі є добровільний, економічно вигідний характер співпраці, яка почала розвиватися ще з 1970-х років. Завдяки такому симбіозу в межах індустріального кластеру вдається досягти значної економії ресурсів підприємствами-учасниками і мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище: щороку економія підземних вод досягає 4 млн м³, близько 62 тис. т залишкових матеріалів піддаються переробці. Окрім того вдається забезпечити зниження викидів вуглекислого газу на 586 тис. т. Починаючи з 2015 року вдалося досягти 80-відсоткового скорочення викидів CO₂ і забезпечити вуглецево нейтральне місцеве енергопостачання [8]. З точки зору транспортної інтеграції слід вказати на локалізацію перевантажувальних майданчиків, скорочення відстаней між обмінними вузлами, координацію маршрутів.

Одним з перших та провідних еко-міст Японії є Kawasaki Eco Town, концепцію якого реалізовано в рамках програми перетворення промислових зон на екологічні осередки індустріального

розвитку. Ще наприкінці ХХ ст. в Японії поняття «розумного міста» та «розумної громади» стали невід'ємною частиною стратегії міського розвитку. У 1997 році місцевими органами влади Кавасаки було розроблено «Проект еко-міста: екологічно свідоме будівництво міста», який охоплював 2,8 тис. га земельних ресурсів, і був спрямований на відновлення міста шляхом гармонізації ефективної промислової діяльності та екологічності. Нині у місті розташовано кластер, який включає близько 400 суб'єктів-представників як традиційного промислового виробництва, так і медицини та соціального забезпечення, сектору досліджень та розробок, інформаційних технологій. Визначальною рисою даної кластерної структури є формат співпраці компаній, що передбачає взаємне використання відходів та вторинних продуктів господарської діяльності, сприяючи повторному використанню, відновленню ресурсів та циркуляційному використанню енергії і поступовому досягненню нульових викидів. Цікавим є те, що така циркулярна співпраця не обмежується лише промисловим комплексом, а передбачає екологічно орієнтовану взаємодію з іншими суб'єктами еко-міста. Загалом заплановано досягнення нульових викидів вуглецю до 2050 року [9].

Китай в останні роки демонструє активну позицію щодо розбудови кліматично нейтральної економіки, реалізуючи масштабні проєкти у сфері екоіндустріального симбіозу, відновлюваної енергетики та декларуючи амбітні кліматичні цілі. Зокрема, у 2022 році країна стала світовим лідером у встановленні нових потужностей сонячної, вітрової та гідроенергетики і сьогодні не

втрачає позиції. Так, протягом 2024 року світові потужності гідроенергетики зросли на 24,6 ГВт, 14,4 ГВт (60%) згенеровано саме Китаєм, що закріпило його позиції світового лідера в розвитку гідроенергетики. Протягом січня-травня 2025 року потужності вітрової та сонячної енергетики зросли на 46 ГВт та 198 ГВт відповідно. Наразі перспективний обсяг нарощення об'єктів на сонячній енергії Китаю складає понад 709 ГВт, що становить понад третину запланованих сонячних потужностей у світі у 2025 році. Ці об'єкти зможуть генерувати приблизно 1100 ТВт·год електроенергії на рік. Перспективні обсяги зростання потужності вітрової енергетики Китаю також вражаючі – понад 590 ГВт, здатні виробляти приблизно 1260 ТВт·год електроенергії на рік. За даними Національного енергетичного управління (NEA), у першому кварталі 2025 року потужності вітрової та сонячної енергетики Китаю вперше перевищили потужності теплової, забезпечивши майже 23% від загального обсягу споживання електроенергії країною, порівняно з 18% у першому кварталі 2024 року. Експлуатаційні потужності сонячної та вітрової енергетики зросли до 1,4 ТВт і тепер становлять 44% від світових потужностей сонячної та вітрової енергетики, виробленої об'єктами, інтегрованими у мережу (рис. 1) [10, 11].

Такі обсяги генерування альтернативної енергії значно стимулюють і спрощують перехід промислових компаній до вуглецевої нейтральності. При цьому це стосується не лише Китаю, але й інших країн, зокрема його партнерів в рамках ініціативи «Один пояс, один шлях». Оскільки китайські гідроенергетичні компанії значно розширюють свою присутність у цих країнах.

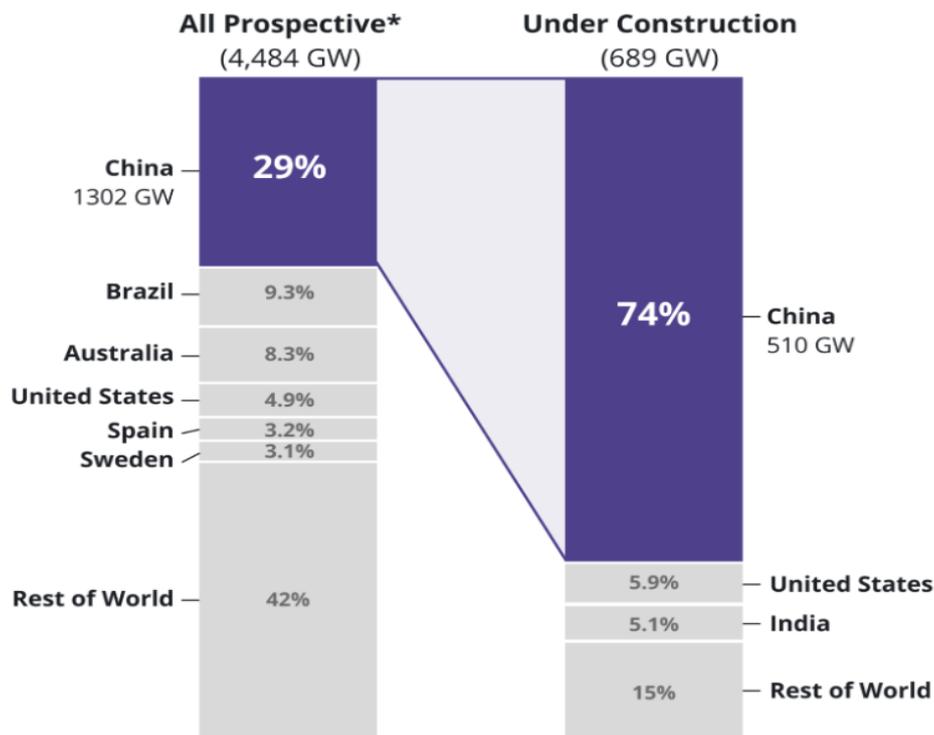


Рис. 1. Перспективна частка потужностей сонячної та вітрової енергетики, виробленої об'єктами, інтегрованими у загальну мережу, ГВт [10]

Модернізує Китай і політику поводження з твердими відходами, що стало глобальною проблемою на тлі швидкого економічного зростання. Зокрема розроблено і активно впроваджуються інтегровані рішення для перетворення відходів на електричну та теплову енергію. Слід зазначити і те, що провідною екологічною компанією SUS Environment досліджується модель низьковуглецевих еко-промислових парків, побудованих навколо електростанцій з переробки відходів на енергію, які передбачають інтегроване виконання таких функцій, як регенерація енергії, послуги опалення, екологічна освіта та громадські послуги, пропонуючи інноваційні рішення для зеленого та низьковуглецевого розвитку міста. Так, наприклад, уже сьогодні еко-промисловий парк SUS Zhuhai може переробляти різні види відходів, включаючи побутові, харчові та медичні. Наразі парк обробив понад 7 млн т відходів, виробивши понад 3 млрд кіловат-годин зеленої енергії та скоротивши викиди парникових газів на 2

млн т. Слід зазначити, що це не лише сприяло «нешкідливому, скороченому та ресурсомісткому» очищенню відходів, але й забезпечило опалення навколишніх промислових парків, прискорюючи низьковуглецеву трансформацію міських промислових ланцюгів. В аспекті сказаного слід акцентувати увагу, що вже було створено 90 низьковуглецевих еко-індустріальних парків по всьому світу, які надають високоякісні екологічні та енергетичні послуги понад 100 млн осіб. Циркулярна модель «ресурс-продукт-перероблені ресурси» поступово просувається в Азії, Близькому Сході та Європі, сприяючи формуванню ресурсоефективного суспільства [12].

З огляду на перспективність розвитку циркулярної екосистеми індустріальних парків і доцільності інтеграції в неї транспортної інфраструктури, слід дослідити і окреслити механізми впровадження, що зменшують екологічний логістичний слід, підвищують ефективність матеріальних потоків і створюють умови для

циклічності ресурсів.

Насамперед, слід звернути увагу на принципи екологічної інтеграції транспортної інфраструктури в циркулярну екосистему індустріальних парків:

по-перше, замкнутість потоків – проектування маршрутів та вузлів має відбуватися так, щоб матеріали і відходи могли повертатися у виробничі цикли;

по-друге, оптимальна мультимодальність – поєднання залізничного, автомобільного та інших видів транспорту, внутрішніх конвеєрних чи трубних систем, де можливо, для мінімізації витрат енергії та викидів;

по-третє, спільна інфраструктура – створення загальних терміналів, зон сортування, пунктів тимчасового зберігання і перевантаження замість дублювання об'єктів, що виконують аналогічні функції;

по-четверте, цифровізація та прозорість потоків – використання систем відстеження, цифрових двійників, блокчейну для обліку матеріалів і планування перевезень;

по-п'яте, гнучкість та адаптивність – інфраструктура має передбачати зміни в потоках сировини й продукції внаслідок циркулярних бізнес-моделей;

по-шосте, енергетична синергія – переорієнтація транспортних операцій на низьковуглецевий транспорт та інтеграція відновлюваних джерел енергії з логістичними хабами; використання побічних потоків (біогаз, відновлюване тепло) для живлення внутрішнього транспорту і вузлів сортування;

по-сьоме, зворотна логістика та індустріальний симбіоз – впровадження зворотних маршрутів для повернення компонентів і тари, стандартизація пакування для полегшення рециклінгу та налагодження внутрішніх потоків вторинної сировини між резидентами

парків тощо.

Розпочати екологічну інтеграцію транспортної інфраструктури в екосистему індустріальних парків слід розпочати з оцінювання поточного стану, а саме з інвентаризації матеріальних потоків, транспортних вузлів і потенціалу вторинних ресурсів. Надалі слід зосередити увагу на проектуванні циркулярно-логістичної схеми, яка окреслює карту потоків, визначає місця спільних терміналів і зворотних маршрутів. Третім етапом реалізації слід визначити розроблення та впровадження пілотних рішень, зокрема розпочати можна із запуску маломасштабного пілоту (спільний термінал, цифрова платформа обміну тари, електричний вантажний шатл тощо). На четвертому етапі слід зосередити увагу на масштабуванні та стандартизації, що передбачає запровадження KPI зі зменшення викидів, зниження порожніх пробігів і збільшення частки повторно використаної сировини. Важливою з точки зору практичної екологічної інтеграції транспортної інфраструктури є інституційна та фінансова підтримка, зокрема створення правил управління інфраструктурою, заохочення моделі спільного використання транспорту й тари через субсидії чи пільги на інфраструктурні збори, механізмів фінансування через приватно-державне партнерство, інвестицій у зарядні мережі й цифрові рішення. Завершальним етапом втілення зазначеної вище ініціативи є здійснення моніторингу та адаптації, що включають регулярний аудит потоків, аналіз даних і корекцію маршрутів та операцій тощо.

Окремої уваги потребує питання визначення конкретних механізмів та інструментів інтеграції транспортної інфраструктури в екосистему індустріальних парків, серед яких варто виділити (рис. 2) наступні.



Рис. 2. Механізм екологічної інтеграції транспортної інфраструктури в циркулярну екосистему індустріальних парків (розробка автора)

1. Спільні логістичні центри і термінали: централізовані хаби для прийому, сортування й перевантаження сировини та відходів; зонування за ступенем переробки: сортувальна, зона пресування та тимчасового зберігання; мультимодальні вузли і зелена інфраструктура (інтеграція колій, спеціальних під'їздів для електровантажівок, зарядних станцій та веломаршрутів для last-mile; зелені коридори та акумулятори енергії, що живлять логістичні операції).

2. Обмін транспортними ресурсами та коопераційні моделі: спільний парк транспортних засобів, кооперативи для контейнерів і піддонів; платформи для обміну порожніми пробігами та оптимізації вантажів.

3. Циклічні ланцюги поставок і зворотна логістика: впровадження зворотних маршрутів для повернення відходів і відновлюваних компонентів; договори з постачальниками на повернення тари і модульних деталей.

4. Інтелектуальні системи управління потоками: TMS/WMS з модулем циркулярності, прогнозування попиту на вторинну сировину; цифрові двійники інфраструктури для моделювання сценаріїв переробки й логістики.

5. Енергетична синергія та інтеграція відновлюваних джерел: спільні системи відновлюваної енергетики з пріоритетом для логістичних вузлів; використання відходів як палива або джерела біогазу для внутрішнього транспорту тощо.

При цьому цікавими та стратегічно важливими для формування циркулярної моделі розвитку транспортної інфраструктури та індустріальних парків є і такі сучасні циркулярні інструменти, як рециклінг та апсайклінг. Зокрема рециклінг у транспортній інфраструктурі передбачає переробку рейок, шпал, металевих конструкцій, мастил, бетонних елементів після демонтажу або

модернізації, відновлення матеріалів для будівництва нових об'єктів у межах індустріального парку, зменшення витрат на закупівлю первинної сировини та скорочення вуглецевого сліду тощо. Апсайклінг спрямований на перетворення відходів або непотрібних матеріалів і виробів у предмети вищої якості, функціональності або естетичної цінності, ніж їх початковий стан, і передбачає використання списаних елементів інфраструктури (наприклад, контейнерів, вагонів, платформ) для створення нових функціональних об'єктів (складів, павільйонів, офісів), застосування дизайнерських рішень для індустріального апсайклінгу (поєднання функціональності з естетикою), підвищення репутаційної вартості парку як екологічно відповідального простору. Якщо рециклінг зазвичай передбачає подрібнення і повторну переробку в сировину, то апсайклінг підвищує вартість і корисність самого об'єкта без руйнування матеріалу до первинних складових, що і є ключовою відмінністю даних інструментів екологічної ревіталізації транспортної інфраструктури.

Висновки. Проведено комплексний аналіз світового досвіду реалізації екологічних ініціатив у сфері формування екоіндустріальних парків, що підтверджує ефективність циркулярного підходу як стратегічної основи для сталого розвитку промислових територій. Визначено ключові принципи екологічної інтеграції транспортної інфраструктури в циркулярну екосистему індустріальних парків. На основі узагальнення практик провідних країн у сфері підтримки розвитку екоіндустріальних структур розроблено механізм екологічної інтеграції транспортної інфраструктури в циркулярну екосистему індустріальних парків, що розкриває принципи, етапи та інструменти підтримки інтеграційних процесів. Особливістю запропонованого механізму є виокремлення двох груп інструментів: традиційних циркулярно-

інтеграційних та інноваційних важелів екологічної ревіталізації транспортної інфраструктури. Запропонований підхід дозволяє не лише оптимізувати матеріальні та енергетичні потоки, а й формувати нову модель взаємодії між транспортною інфраструктурою та промисловими екосистемами. Це створює передумови для підвищення конкурентоспроможності регіонів, зниження екологічного навантаження та реалізації національних стратегій сталого розвитку.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ

ДЖЕРЕЛ:

1. Дикань В. Л. Національна модель індустріального розвитку країни: організаційно-управлінський аспект. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 81-82. С. 11-34.

2. Корінь М. В., Лановий О. А. Екоіндустріальні парки як основа забезпечення ефективного управління ресурсним потенціалом підприємств залізничного транспорту. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика* : матеріали дев'ятнадцятої наук.-практ. міжнар. конф. (1-2 червня 2023 р. м. Харків). Харків : УкрДУЗТ, 2023. С. 26-28.

3. Марченко Є. І. Еко-індустріальні парки в Україні: проблеми становлення та перспективи розвитку. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2023. № 8. URL: <https://nauka.com.ua/index.php/dy/article/view/1982/2004>.

4. Обруч Г. В., Сидорець Д. П., Челомбійко М. Д. Теоретичні аспекти застосування екосистемного підходу до управління розвитком підприємств. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2024. № 86. С. 42-52.

5. Пронь Л. М. Еко-індустріальні парки як інструмент інвестиційного розвитку регіону. *Наукові інновації та передові технології*. 2023. № 6 (20).

С. 208-217.

6. Резнікова Н. В., Панченко В. Г., Русак Д. М., Іващенко О. А. Промислові екосистеми в глобальних ланцюжках створення вартості та поставок: кластери, інноваційні та екоіндустріальні парки як чинник сталого розвитку. *Вісник Маріупольського державного університету. Серія : Економіка*. 2022. Вип. 23. С. 5-16.

7. Токмакова І. В., Курилович В. Р. Дослідження факторів розвитку еко-індустріальних парків в контексті забезпечення сталого розвитку підприємств. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2024. № 85. С. 92-103.

8. Explore the Kalundborg symbiosis. *Symbiosis.dk* : website. URL: <https://www.symbiosis.dk/en/>.

9. An Eco-Town Where Resources Are Reused and Recycled. *Gov-online.go.jp* : website. URL: https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202008/202008_02_en.html.

10. Nation playing key role in world hydropower market – China's installed capacity accounts for over half of all new capacity additions worldwide last year. *Mwr.gov.cn* : website. URL: http://mwr.gov.cn/english/News/WaterNews/202509/t20250902_1735879.html.

11. China's solar and onshore wind capacity reaches new heights, while offshore wind shows promise. *Globalenergymonitor.org* : website. URL: <https://globalenergymonitor.org/report/chinas-solar-and-onshore-wind-capacity-reaches-new-heights-while-offshore-wind-shows-promise/>.

12. SUS Environment helps drive China's green innovation onto global stage. *Chinadaily.com.cn*: website. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202509/04/WS68b8e770a3108622abc9ec2e.html>.

REFERENCES

1. Dykan V. L. (2023) Natsionalna model industrialnoho rozvytku krainy:

orhanizatsiino-upravlinskyi aspekt [National model of industrial development of the country: organizational and managerial aspect]. *Bulletin of the Economy of Transport and Industry*, vol. 81-82, pp. 11-34.

2. Korin M. V., Lanovyi O. A. (2023) Ekoindustrialni parky yak osnova zabezpechennia efektyvnoho upravlinnia resursnym potentsialom pidpriemstv zaliznychnoho transportu [Eco-industrial parks as a basis for ensuring effective management of the resource potential of railway transport enterprises]. *Mizhnarodna transportna infrastruktura, industrialni tsentry ta korporatyvna lohistyka : Proceedings of the deviatnadtsiata nauk.-prakt. mizhnar. konf.* (Kharkiv, Ukraina, June 1-2, 2023). Kharkiv: UkrDUZT, pp. 26-28.

3. Marchenko Ye. I. (2023) Ekoindustrialni parky v Ukraini: problemy stanovlennia ta perspektyvy rozvytku [Eco-industrial parks in Ukraine: problems of formation and development prospects]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, vol. 8. URL: <https://nayka.com.ua/index.php/dy/article/view/1982/2004>.

4. Obruch H. V., Sydorets D. P., Chelombitko M. D. (2024) Teoretychni aspekty zastosuvannia ekosystemnoho pidkhodu do upravlinnia rozvytkom pidpriemstv [Theoretical aspects of applying the ecosystem approach to enterprise development management]. *Bulletin of the Economy of Transport and Industry*, vol. 86, pp. 42-52.

5. Pron L. M. (2023) Ekoindustrialni parky yak instrument investytsiinoho rozvytku rehionu [Eco-industrial parks as a tool for investment development of the region]. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii*, vol. 6 (20), pp. 208-217.

6. Reznikova N. V., Panchenko V. H., Rusak D. M., Ivashchenko O. A. (2022) Promyslovi ekosystemy v hlobalnykh lantsiuzhkakh stvorennia vartosti ta postavok:

klastery, innovatsiini ta ekoindustrialni parky yak chynnyk staloho rozvytku [Industrial ecosystems in global value and supply chains: clusters, innovation and eco-industrial parks as a factor of sustainable development]. *Visnyk Mariupolskoho derzhavnoho universytetu. Seriya : Ekonomika*, vol. 23, pp. 5-16.

7. Tokmakova I. V., Kurylovych V. R. (2024) Doslidzhennia faktoriv rozvytku ekoindustrialnykh parkiv v konteksti zabezpechennia staloho rozvytku pidpriemstv [Research on the development factors of eco-industrial parks in the context of ensuring sustainable development of enterprises]. *Bulletin of the Economy of Transport and Industry*, vol. 85, pp. 92-103.

8. Explore the Kalundborg symbiosis. *Symbiosis.dk : website*. URL: <https://www.symbiosis.dk/en/>.

9. An Eco-Town Where Resources Are Reused and Recycled. *Gov-online.go.jp : website*. URL: https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202008/202008_02_en.html.

10. Nation playing key role in world hydropower market – China's installed capacity accounts for over half of all new capacity additions worldwide last year. *Mwr.gov.cn : website*. URL: http://mwr.gov.cn/english/News/WaterNews/202509/t20250902_1735879.html.

11. China's solar and onshore wind capacity reaches new heights, while offshore wind shows promise. *Globalenergymonitor.org : website*. URL: <https://globalenergymonitor.org/report/chinas-solar-and-onshore-wind-capacity-reaches-new-heights-while-offshore-wind-shows-promise/>.

12. SUS Environment helps drive China's green innovation onto global stage. *Chinadaily.com.cn: website*. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202509/04/WS68b8e770a3108622abc9ec2e.html>.

Стаття надійшла 4.11.25

Стаття прийнята до друку після рецензування 18.11.25