

Iryna Tokmakova
*Doctor of Economic Sciences, Full Professor,
Professor at the Department of Economics and Management
of Production and Commercial Business
Ukrainian State University of Railway Transport*

Токмакова І.В.
*доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки та управління виробничим
і комерційним бізнесом
Українського державного університету залізничного транспорту*

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-703-1-31>

STRATEGIC PRIORITIES FOR IMPLEMENTING THE CIRCULAR ECONOMY MODEL AT RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES

СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ ВПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Сучасний розвиток залізничного транспорту відбувається в умовах зростаючих вимог до енергоефективності, екологічної безпеки та раціонального використання ресурсів. У цьому контексті особливої актуальності набуває впровадження циркулярних підходів, які передбачають перехід від лінійної моделі споживання ресурсів до замкнених циклів їх використання. Для підприємств залізничної галузі це означає не лише зниження витрат, а й формування нової логіки управління виробничими процесами, орієнтованої на повторне використання, відновлення та мінімізацію відходів.

Циркулярна економіка – це потужний інструмент, заснований на скороченні марнотратних ресурсів шляхом ефективного проєктування та впровадження продуктів і процесів для підвищення ефективності використання ресурсів з круговим потоком матеріалів, що включає відновлення, повторне використання, переробку та переробку продукції [1].

На відміну від лінійної моделі, циркулярна економіка базується на парадигмі сталого розвитку, що реалізується через тріаду фундаментальних принципів: мінімізацію споживання (Reduce), повторне використання (Reuse) та рециклінг ресурсів (Recycle). Йдеться про зменшення використання первинної сировини, подовження життєвого циклу основних виробничих активів та максимально можливе відновлення матеріалів і компонентів. Такий підхід передбачає поступовий перехід до використання відновлюваних джерел енергії, застосування

нових матеріалів, а також розвиток систем рециклінгу металобрухту, мастильних матеріалів і елементів залізничної інфраструктури. У результаті формується замкнений виробничий цикл, у якому ресурси не втрачають свою цінність після первинного використання, а повертаються в економічний обіг.

Як відзначають науковці [2; 3], з часом теоретичний базис циркулярної економіки трансформувався у розгалужену структуру, що охоплює поряд із розкритими вище ще сім принципів – відновлення (Recover), переробка (Recycle), повторне використання (Reuse), ремонт (Repair), відновлення/рефабрикація (Refurbish), реінжиніринг або відновлювальне виробництво (Remanufacture) та перепрофілювання (Repurpose), які спрямовані на підвищення економічної цінності матеріалів після зміни їхньої функції або завершення життєвого циклу.

Подібна багаторівнева структура циркулярних принципів створює методологічну основу для підприємств залізничного транспорту, дозволяючи переходити від фрагментарного управління відходами до комплексної системи управління активами. У результаті формується підхід, за якого пріоритетом стає не утилізація ресурсів після їх використання, а максимальне збереження їх техніко-економічної цінності на всіх етапах життєвого циклу.

Підтвердженням дієвості цієї моделі є результати дослідження Корінь М. та Романюк А. [4], які засвідчують, що передовий європейський досвід (зокрема Швеції, Німеччини, Великої Британії, Франції та Швейцарії) базується на синергії технологічних інновацій та стратегічного планування. де ключовим вектором трансформації є досягнення вуглецевої нейтральності (Net Zero). Реалізація цього підходу здійснюється через системні зміни в енергетиці, технологіях тяги, інфраструктурі та управлінні матеріальними потоками.

Фундаментальним напрямом розвитку залізничного транспорту в Європі є декарбонізація енергетичного балансу, що передбачає поступовий перехід на відновлювані джерела енергії та формування низьковуглецевої, циркулярно орієнтованої системи. Зокрема, у Німеччині Deutsche Bahn інтегрує вітрову та сонячну енергетику з орієнтацією на повний перехід до «зеленої» електроенергії, тоді як у Швейцарії система SBB демонструє високий рівень використання гідроенергії, забезпечуючи майже кліматично нейтральні перевезення. Водночас важливим напрямом є відмова від викопного палива шляхом розвитку альтернативних технологій тяги, зокрема водневих і акумуляторних поїздів, які особливо актуальні для неелектрифікованих ділянок у країнах, таких як Велика Британія та Франція.

Паралельно реалізуються заходи з підвищення енергоефективності інфраструктури та впровадження циркулярних підходів у модернізації матеріальної бази галузі. Використання геотермальних систем, теплових насосів та інтелектуальних енергомереж дозволяє зменшити втрати

енергії та ефективно використовувати рекуперацію під час гальмування рухомого складу. Одночасно модернізація рухомого складу на засадах збереження основних конструкцій, як це реалізується у Франції компанією SNCF, сприяє скороченню «втіленого вуглецю», тоді як у Великій Британії Network Rail застосовує перероблені матеріали в інфраструктурному будівництві.

У підсумку європейський досвід підтверджує, що досягнення цілей сталого розвитку в залізничній галузі можливе лише за умови комплексної інтеграції енергетичних, технологічних і матеріальних рішень у межах єдиної циркулярної моделі.

Грунтуючись на результатах проведеного аналізу, можна стверджувати, що пріоритети впровадження циркулярної економіки на підприємствах залізничного транспорту доцільно формувати у межах трьох взаємопов'язаних напрямів, які охоплюють управління активами, розвиток інфраструктури та логістичну функцію галузі в умовах економіки замкненого циклу.

Перш за все, ключове значення має ресурсна автономія та управління активами, оскільки підприємства залізничного транспорту оперують значним обсягом матеріально-технічних ресурсів, зокрема металоконструкціями, рухомим складом та інженерною інфраструктурою. У цьому контексті відбувається перехід від традиційної моделі «закупівля–експлуатація–списання» до більш складної системи управління повним життєвим циклом активів. Особливу роль відіграє циклічне технічне обслуговування, яке передбачає не повну заміну локомотивів і вагонів, а їх глибоку модернізацію та відновлення за принципами відновлювального виробництва, що дозволяє значною мірою зберігати матеріальні та енергетичні ресурси, закладені у первинному виробництві.

Другим стратегічним напрямом є впровадження циркулярних підходів в управлінні залізничною інфраструктурою. Колійне господарство, енергетичні мережі та інші елементи інфраструктури є значним джерелом вторинних ресурсів, які можуть бути повторно використані. Циркулярний підхід у цьому випадку передбачає мінімізацію первинного видобутку та максимальне повторне використання ресурсів. Зокрема, застосування щебенеочисних технологій дозволяє очищати та повторно використовувати баластний шар без необхідності його повної заміни, що суттєво зменшує як матеріальні, так і логістичні витрати. Додатково важливим напрямом є впровадження композитних та полімерних матеріалів, наприклад шпал із переробленого пластику, які характеризуються підвищеною довговічністю та можливістю повної переробки після завершення експлуатаційного циклу.

Третій напрям пов'язаний із роллю залізничного транспорту як ключового елемента циркулярної логістики на макрорівні. Галузь виконує функцію «транспортного хребта» економіки замкненого циклу, забезпечуючи ефективну зворотну логістику для переміщення вторинної

сировини, включаючи металобрухт, пластик і папір, від місць утворення до центрів переробки. Окреме значення має енергетична складова, зокрема використання систем рекуперації електроенергії, які дозволяють повертати енергію гальмування поїздів у мережу, що є прикладом реалізації циркулярних принципів у сфері енергетичних потоків. Таким чином, залізничний транспорт виступає не лише споживачем циркулярних інновацій, а й ключовою ланкою, що забезпечує життєздатність замкнених циклів у масштабах усієї національної економіки.

У сукупності розкриті напрями циркулярної трансформації формують цілісну модель розвитку залізничного транспорту, орієнтовану на підвищення ресурсоефективності, зменшення екологічного навантаження та інтеграцію в систему сталого економічного розвитку.

Разом із тим перехід до циркулярної моделі розвитку супроводжується низкою викликів. Значною перешкодою є висока вартість початкових інвестицій у технології переробки та відновлення ресурсів. Додатково стримує розвиток недосконалість нормативно-правового регулювання, яке не завжди стимулює використання вторинної сировини у будівництві та ремонті інфраструктури. Важливою проблемою залишається також недостатній рівень цифровізації, зокрема відсутність повноцінних систем відстеження стану матеріалів і компонентів протягом усього їх життєвого циклу.

Отже, стратегічний розвиток підприємств залізничного транспорту в умовах сучасних економічних і екологічних викликів неможливий без переходу до циркулярної моделі. Такий перехід передбачає комплексну трансформацію управлінських, технологічних та організаційних процесів, орієнтованих на ефективне використання ресурсів і мінімізацію відходів. У довгостроковій перспективі це створює основу для підвищення конкурентоспроможності залізничної галузі, її інтеграції в систему міжнародного транспортного простору та переходу до моделі сталого розвитку, де ключовим критерієм ефективності стає не обсяг спожитих ресурсів, а рівень їх раціонального використання.

Література:

1. Phuluwa H. S., Daniyan I., Mpofu K. Sustainable demanufacturing model for promoting circular economy in the rail industry. *Procedia CIRP*. 2020. Vol. 90. P. 25–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.117>
2. Tan J., Koohmishi M., Jing G., Kaewunruen S., Guo Y. Circular economy applications in railway infrastructure: A comprehensive evidence-based review. *Transportation Geotechnics*. 2026. Vol. 56. Art. 101677. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2025.101677>
3. . Morseletto P. Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020. Vol. 153. Art. 104553. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>.
4. Корінь М. В., Романюк А. В. Теоретичні основи розвитку підприємств залізничного транспорту в умовах циркулярної економіки. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2025. № 90. С. 238–245. DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.90.337463>.