

УДК 658.:665.2

DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.90.337463>

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Корінь М. В., д-р екон. наук, професор, (УкрДУЗТ)

ORCID: 0000-0002-4671-5162,

Романюк А. В., аспірант, (УкрДУЗТ)

ORCID: 0009-0008-8562-5718



У статті охарактеризовано ключові принципи циркулярної економіки та досліджено підходи до тлумачення змісту даного поняття. Аргументовано, що залізничний транспорт, на рівні з іншими галузями глобальної економічної системи, впроваджує концепцію циркулярності у власні моделі діяльності. Досліджено ключові проєкти екологічної модернізації залізниць Швеції, Німеччини, Британії, Франції та Швейцарії. Визначено, що стратегії досягнення вуглецевої нейтральності європейських залізниць передбачають перехід на відновлювані джерела енергії, відмову від палива копалинного походження, впровадження альтернативних систем опалення та підвищення енергоефективності. На цій основі сформовано теоретичний базис розвитку підприємств залізничного транспорту України в умовах циркулярної економіки шляхом визначення ключових принципів і напрямів впровадження засад циркулярності в діяльність українських залізниць.

Ключові слова: циркулярна економіка, екологічна модернізація, розвиток, підприємства залізничного транспорту, досвід, принципи, напрями.

THEORETICAL BASIS OF THE DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF A CIRCULAR ECONOMY

Korin M., Doctor of Economics, Professor,

Romanyuk A., postgraduate (USURT)

The article describes the key principles of the circular economy and explores approaches to interpreting the content of this concept. Based on an analysis of the literature on the issues of sustainable growth in the context of implementing the concept of a closed cycle (circular economy), common positions of scientists on understanding its content have been established. It is argued that railway transport, on a par with other sectors of the global

economic system, is implementing the concept of circularity into its own activity models. Key projects for the ecological modernization of railways in Sweden, Germany, Britain, France and Switzerland have been studied. It has been determined that strategies for achieving carbon neutrality of European railways involve switching to renewable energy sources, abandoning fossil fuels, introducing alternative heating systems and increasing energy efficiency. It has been proven that railway transport enterprises of Ukraine, despite the country's orientations on energy saving policies, currently bear a huge burden on the environment. It was determined that among the negative consequences of the impact of railway transport enterprises on the environment, it is worth noting the huge level of noise created by technological resources during their operation on railways, significant volumes of contaminated water and soil, both from waste generated and from the use of fuel and lubricants in business processes. Despite large-scale measures to reduce the environmental impact of railway transport enterprises on the environment, in general, their activities continue to provoke significant environmental threats and require the implementation of a comprehensive approach to the environmental modernization of the industry. On this basis, a theoretical basis for the development of railway transport enterprises in Ukraine in the conditions of a circular economy was formed by determining the key principles and directions for implementing the principles of circularity in the activities of Ukrainian railways.

Keywords: *circular economy, ecological modernization, development, railway transport enterprises, experience, principles, directions.*

Постановка проблеми. В умовах наростаючого тиску на природні ресурси та необхідності скорочення вуглецевого сліду, залізнична галузь Європи все активніше впроваджує модель циркулярної економіки. Ця модель змінює традиційний підхід до виробництва та споживання, фокусуючись не на утилізації відходів, а на їх запобіганні та повторному використанні. Циркулярна економіка у залізничній галузі – це не лише переробка та економія, а й стратегічна трансформація всієї системи: від проектування поїздів до керування життєвим циклом інфраструктури. Залізниця Європи впевнено рухається до стійкого майбутнього. Використання водневих технологій, гібридних поїздів, «зеленої» електроенергії та інноваційної інфраструктури стає не лише екологічним пріоритетом, а й економічно вигідним напрямком.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання впровадження енергоефективних рішень та переходу підприємств, в тому числі і підприємств залізничного транспорту, на екологічні принципи діяльності шляхом

впровадження моделі циркулярності у ключові бізнес-процеси викликає великий інтерес серед науковців. Еколого-економічному розвитку підприємств залізничного транспорту та впровадженню засад циркулярної економіки в механізм їх функціонування присвятили свої дослідження такі вчені, як Бутенко Н., Дикань В., Дмитрієв І., Обруч Г., Овчиннікова В., Токмакова І., Чумак Г. та інші [1-6]. Разом з цим зміна середовища діяльності та підтримка європейськими залізницями курсу на повну декарбонізацію залізничного транспорту вимагає від українських підприємств залізничної галузі впровадження принципів циркулярності у ключові напрями діяльності та трансформації моделі підвищення ефективності екологічної діяльності.

Метою статті є дослідження особливостей впровадження концепції циркулярності у модель діяльності залізниць Європи та розроблення теоретичного базису розвитку українських підприємств залізничного транспорту в умовах циркулярної економіки.

Виклад основного матеріалу.

Циркулярна економіка (економіка замкнутого циклу) спрямована на ефективне та багаторазове використання ресурсів. Її ключовими принципами є [7]:

- проектування без відходів, що орієнтовано на мінімізацію відходів та забруднень вже на етапі проектування продуктів та інфраструктури, а також продовження терміну служби продукції і можливість її ремонту, модернізації, повторного використання чи продажу на вторинному ринку;

- замкнуті потоки матеріалів, зміст яких зводиться до переробки та повернення матеріалів назад у виробничий цикл;

- використання відновлюваної енергії, а саме відмова від палива копалинного походження на користь сонячної, вітряної та гідроенергії;

- створення цінності за рахунок стійкості, а не споживання, тобто орієнтація на довговічність, відновлення та ресурсну ефективність.

Як концепція циркулярна економіка визначається вченими-дослідниками хоча і по різному, але в більшості їх визначення є взаємодоповнюючими, що вказує на багатогранність її змісту. Так, Організацією Об'єднаних Націй з промислового розвитку циркулярна економіка трактується як промислова економіка, що зорієнтована на багаточисленне застосування ресурсів і скорочення відходів, що забезпечує більшу цінність для виробництва [8]. З точки зору ресурсоефективного підходу підходить до визначення циркулярної економіки Сисоєв О., зазначаючи, що циркулярна економіка є економічною діяльністю, зорієнтованою на енергозбереження, регенеративне екологічно чисте виробництво та споживання [9]. Подібне бачення змісту циркулярної економіки висвітлюють й закордонні дослідники Джяо В. та Бунс Ф., розглядаючи її з позиції моделі, що передбачає скорочення, повторне

використання та переробку всіх ресурсів в процесі виробництва, обігу та споживання [10]. В цілому аналіз літератури, присвяченої проблематиці сталого зростання в умовах впровадження концепції замкнутого циклу (циркулярної економіки), дозволив встановити декілька ключових спільних позицій вчених щодо розуміння її змісту:

- по-перше, для більшості науковців циркулярна економіка означає відмову від моделі лінійного виробництва і орієнтацію на замкнуте споживання;

- по-друге, циркулярна модель економіки це завжди мінімізація відходів та зниження рівня забруднення довкілля, що в свою чергу означає енерго- та ресурсоощадний аспект;

- по-третє, можливість повторного застосування продукції після її ремонту чи переробки означає зростання цінності застосованих ресурсів і безпосередньо продукту виготовленого з них;

- по-четверте, значущість розробки продуктів із врахуванням їх життєвого циклу та потенціалу повторного використання.

Залізничний транспорт, на рівні з іншими галузями глобальної економічної системи, впроваджує концепцію циркулярності у власні моделі діяльності.

Серед ключових проєктів екологічної модернізації, що реалізуються у різних країнах Європи, варто виділити шведську стратегію вуглецевої нейтральності «Hybrit та Green Cargo», орієнтовану на зниження рівня енергоспоживання у сфері вантажних перевезень. Одним із флагманських проєктів цієї стратегії є ініціатива, пов'язана з інтеграцією відновлюваної електроенергії та «зеленого» водню в транспортне сполучення між промисловими об'єктами, що забезпечить зниження викидів CO₂ у логістичних ланцюгах та перехід до використання в експлуатаційній діяльності електровозів з чистою енергією [11].

Німеччина робить ставку на водневі технології. В рамках проекту «H2goesRail», реалізованого «Deutsche Bahn» спільно з «Siemens Mobility», був розроблений інноваційний водневий поїзд. Він має замінити дизельний рухомий склад на неелектрифікованих ділянках залізниці і забезпечити відмову «Deutsche Bahn» від використання дизельної тяги у залізничному сполученні до 2040 року. Серед інших екологічних рішень, на реалізацію яких спрямований проєкт «H2goesRail», варто виділити й ініціативи, що стосуються створення мереж водневих заправних станцій, які забезпечуватимуть зарядку поїздів лише за 15 хвилин, що робить їх такими ж ефективними, як дизельні аналоги. Реалізуючи таку амбітну стратегію вуглецевої нейтральності, «Deutsche Bahn» прагне уникати, скорочувати, нейтралізувати викиди парникових газів у довкілля, збільшуючи частку відновлюваних джерел енергії, відмовляючись від використання дизельного палива, впроваджуючи альтернативні системи опалення та підвищуючи енергоефективність. Зокрема, програмні ініціативи «Deutsche Bahn» у сфері досягнення вуглецевої нейтральності передбачають:

- до 2025 року обладнати депо, офісні приміщення і станції обладнанням для використання електроенергії з відновлювальних джерел;

- до 2030 року на 80 % забезпечувати постачання електричного струму з відновлюваних джерел, а до 2038 року повністю перейти на «зелений» електричний транспорт;

- до 90 % скоротити викиди парникових газів, застосовуючи замість дизельного палива гідрогенізовану олію (HVO), вироблену з біологічних залишків та відходів;

- впроваджувати екологічно чисті системи приводу, а саме проводячи оновлення рухомого складу шляхом придбання водневих та акумуляторних

поїздів та створення інфраструктури для їх експлуатації;

- задля підвищення енергоефективності реалізовувати заходи з заміни застарілих котлів на більш екологічні альтернативи, такі як теплові насоси та геотермальні системи;

- масштабна цифровізація бізнес-процесів, починаючи від тих, що стосуються оцінювання будівельних робіт та закінчуючи тими, що реалізуються у сфері транспортно-логістичного обслуговування [12].

Підтримуючи загальноєвропейський напрям щодо досягнення вуглецевої нейтральності в транспортному комплексі, Британські залізниці «Hitachi Rail» також активно впроваджують екологічно чисті рішення в діяльність. В цьому аспекті прикладом найбільш масштабного проєкту, реалізованого «Hitachi Rail», може слугувати програма модернізації дизельних поїздів, що передбачає перехід до гібридних технологій і впровадження батарейно-електричного гібридного рухомого складу. За розрахунками «Hitachi Rail» даний проєкт дозволить знизити викиди шкідливих речовин у довкілля на 50 % на тих ділянках залізниць, де неможливо провести повну електрифікацію, і заощадити ресурси на модернізації інфраструктури [13].

Французький оператор «SNCF» реалізує комплексну стратегію «зеленої» трансформації «Green Rail Program», якою передбачено модернізацію як рухомого складу, так і інфраструктури. Зокрема, проєкт модернізації рухомого складу французького оператора «SNCF» передбачає запуск водневих поїздів Alstom Coradia iLint та підвищення частки електричних маршрутів, що дозволить компанії зменшити викиди парникових газів на 50% до 2030 року [14]. Найбільш показовим є приклад впровадження рішень у сфері сталого розвитку залізничного транспорту Швейцарії, де «Rhätische Bahn» (швейцарська залізниця)

вдалося не тільки досягнути високих екологічних показників, а зберегти й культурну та природну спадщину країни. «Rhätische Bahn», втілюючи в життя ініціативи з забезпечення вуглецевої нейтральності залізничного транспорту, провела повну електрифікацію залізничних ліній, забезпечивши їх живленням від гідроелектростанцій, запровадила системи рекуперації енергії під час гальмування та перейшла до використання екологічних будівельних технологій при модернізації колій та тунелів [15].

Отже, стратегії досягнення вуглецевої нейтральності на залізницях Європи яскраво демонструють, що впровадження моделі циркулярності в залізничній галузі має носити комплексний характер та передбачати перехід на відновлювані джерела енергії, відмову від палива копалинного походження, впровадження альтернативних систем опалення та підвищення енергоефективності. Ці заходи сприяють як зниженню впливу на довкілля, так і підвищенню економічної ефективності залізничних компаній.

Підприємства залізничного транспорту України, попри орієнтири країни на політику енергоощадності, наразі несуть величезне навантаження на середовище. Серед негативних наслідків впливу діяльності підприємств залізничного транспорту на довкілля варто вказати і на величезний рівень шуму, створюваний технологічними ресурсами в процесі їх експлуатації на залізницях, значні обсяги забрудненої води, ґрунтів, як від утворених відходів, так й від використання в бізнес-процесах паливо-мастильних матеріалів. Попри масштабні заходи щодо зниження екологічного впливу підприємств залізничного транспорту на оточення, в цілому й далі їх діяльність провокує суттєві екологічні загрози і вимагає реалізації комплексного підходу до екологічної модернізації галузі.

Враховуючи те, що наразі вектор розвитку залізниць Європи зорієнтовано на екологічну модернізацію транспортного комплексу і досягнення вуглецевої нейтральності галузі, доцільно зосередитися на розробленні теоретичного базису розвитку підприємств залізничного транспорту в умовах циркулярності.

Ключовими принципами розвитку підприємств залізничного транспорту в умовах циркулярності слід визначити:

- циклічність – передбачає впровадження замкнутого циклу споживання ресурсів, ресайклінг виробів, виготовлених з металу та тих, робота яких пов'язана зі споживанням паливо-мастильних матеріалів;

- енергоефективність та декарбонізація – застосування відновлювальних джерел постачання енергетичних ресурсів, введення в експлуатацію енергоощадних технологічних рішень;

- зелений дизайн – передбачає під час здійснення проєктних робіт і проєктування рухомого складу й інфраструктури враховувати можливості їх модернізації, переробки чи використання для інших цілей;

- завчасне реагування – впровадження екологічних рішень задля фільтрування, герметизації і моніторингу викидів шкідливих речовин з метою завчасного передбачення можливих негативних наслідків;

- екологічної відповідальності та стандартизації – провадження цілісної екологічної політики, що включатиме створення галузевої системи екологічного менеджменту, провадження екологічної звітності та розроблення ESG-індикаторів для оцінювання рівня екологічного навантаження в результаті діяльності підприємств залізничного транспорту;

- інноваційності та цифровізації – передбачає застосування цифрових екологічних рішень задля проведення системного моніторингу екологічного впливу, прогнозування

наслідків та розроблення системи заходів щодо недопущення надзвичайних ситуацій;

- партнерства – полягає у залученні різних стейкхолдерів до розроблення екологічної стратегії підприємств залізничного транспорту [16].

Серед ключових напрямів впровадження засад циркулярної економіки на підприємствах залізничного транспорту слід виділити такі:

- повторне використання і переробка матеріалів, отриманих від проведення ремонтних робіт на інфраструктурних об'єктах;

- впровадження моделі подовження життєвого циклу рухомого складу як шляхом його модернізації замість списання, так і за рахунок застосування технології 3D-друку задля ощадного використання ресурсів у процесі виконання ремонтних заходів;

- рециклінг відходів та їх роздільний збір шляхом оснащення підрозділів засобами для сортування відходів та очищення від забруднюючих речовин;

- стійке проектування і закупівля, що передбачає впровадження екологічних та енергоефективних стандартів під час проведення будівельних робіт, впровадження технологій енергоефективного освітлення та систем водозбереження;

- цифрове управління ресурсами за рахунок впровадження цифрових рішень як у сферу управління рухом, так і в бізнес-процеси ремонтного обслуговування тощо.

Висновок. Таким чином, екологічна модернізація підприємств залізничного транспорту та впровадження засад циркулярності є ключовим стратегічним напрямом розвитку підприємств залізничного транспорту України, що відповідає загальноєвропейським ініціативам з декарбонізації транспортного комплексу і сприятиме повноцінному включенню

українських залізниць в європейський транспортно-логістичний простір. Охарактеризовано ключові принципи циркулярної економіки та досліджено підходи до тлумачення змісту даного поняття. Аргументовано, що залізничний транспорт, на рівні з іншими галузями глобальної економічної системи, впроваджує концепцію циркулярності у власні моделі діяльності. Досліджено ключові проекти екологічної модернізації залізниць Швеції, Німеччини, Британії, Франції та Швейцарії. Визначено, що стратегії досягнення вуглецевої нейтральності європейських залізниць передбачають перехід на відновлювані джерела енергії, відмову від палива копалинного походження, впровадження альтернативних систем опалення та підвищення енергоефективності. На цій основі сформовано теоретичний базис розвитку підприємств залізничного транспорту України в умовах циркулярної економіки шляхом визначення ключових принципів і напрямів впровадження засад циркулярності в діяльність українських залізниць.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бутенко Н., Панькова К. Еколого-економічне управління партнерськими мережами в контексті впровадження концепції сталого розвитку національної економіки. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Економіка*. 2014. № 9 (162). С. 102-107.

2. Dykan V., Obruch H., Dmytriiev I. Conceptual provisions for ensuring balanced development of railway transport enterprises under the conditions of implementation of digital changes in the industry. Innovative development of the road and transport complex: problems and prospects: monograph / Ia. Levchenko, I. Dmytriiev and others. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2023. P. 139-157.

3. Обруч Г. В., Федюк Р. В., Челомбітько М. Д. Концептуальні аспекти еколого-економічного управління розвитком підприємств залізничного транспорту в умовах екологізації. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 84. С. 87-98.

4. Овчиннікова В. О. Теоретико-методологічні аспекти стратегічного управління розвитком залізничного транспорту України : дис. ... д-р екон. наук: 08.00.03. Харків, 2018. 517 с.

5. Токмакова І. В. Забезпечення гармонійного розвитку залізничного транспорту України : монографія. Х.: УкрДУЗТ, 2015. 403 с.

6. Чумак Г. М. Управління еколого-економічним розвитком промислових підприємств: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04. Харків, 2021. 338 с.

7. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics. *Ellenmacarthurfoundation.org* : website. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plasticseconomy-rethinking-the-future-of-plastics-and-catalysing>.

8. Circular Economy support in TCLF sector: lessons from UNIDO. *United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)* : website. URL: <https://www.unido.org/unido-circular-economy>.

9. Сисоєв О. «Циркулярна економіка» та «фахівець із циркулярної економіки»: сутність та зміст понять в українському та польському науковому просторі. *Освітологічний дискурс*. 2020. № 4 (31). С. 48-68.

10. Шевченко Т. І., Шуптар-Пориваєва Н. Й., Губанова О. Р. та ін. *Циркулярна економіка : навчальний посібник*. Суми : Університетська книга, 2022. 220 с.

11. Green Cargo. URL: <https://www.greencargo.com>.

12. Klimaschutz bei der Deutschen Bahn. URL: <https://www.deutschebahn.com>.

13. Hitachi Rail. Battery Train Programme. URL: <https://www.hitachirail.com>.

14. SNCF Group. The Green Rail Program and hydrogen trains. URL: <https://www.sncf.com/en>.

15. Rhätische Bahn. Environmental technologies in the Alps. URL: <https://www.rhb.ch/en/home>.

16. Панченко Н. Г., Паламарчук Р. М., Токмакова Є. В. Теоретичні засади удосконалення управління екологічною діяльністю на залізничному транспорті. *Причорноморські економічні студії*. 2020. Вип. 58 (1). С. 62-67.

REFERENCES

1. Butenko N., Pankova K. (2014). Ekoloho-ekonomichne upravlinnya partners'kymy merezhamy v konteksti uprovalzhennya kontseptsii staloho rozvytku natsional'noyi ekonomiky [Environmental and economic management of partner networks in the context of implementing the concept of sustainable development of the national economy]. *Bulletin of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Economics*. №. 9 (162). P. 102-107.

2. Dykan V., Obruch H., Dmytriiev I. (2023). Conceptual provisions for ensuring balanced development of railway transport enterprises under the conditions of implementation of digital changes in the industry [Conceptual provisions for ensuring balanced development of railway transport enterprises under the conditions of implementation of digital changes in the industry]. *Innovative development of the road and transport complex: problems and prospects: monograph* / Ia. Levchenko, I. Dmytriiev and others. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER. P. 139-157.

3. Obruch H.V., Fedyuk R.V., Chelombitko M.D. (2023). Kontseptual'ni aspekty ekoloho-ekonomichnoho upravlinnya rozvytkom pidpryyemstv zaliznychnoho transportu v umovakh ekolohizatsiyi

[Conceptual aspects of environmental and economic management of railway transport enterprises under the conditions of greening]. *Bulletin of the Economy of Transport and Industry*. № 84. P. 87-98.

4. Ovchinnikova V. O. (2018). *Teoretyko-metodolohichni aspekty stratehichnoho upravlinnya rozvytkom zaliznychnoho transportu Ukrainy* [Theoretical and methodological aspects of strategic management of the development of railway transport of Ukraine]: dissertation ... Doctor of Economics: 08.00.03. Kharkiv. 517 p.

5. Tokmakova I. V. (2015). *Zabezpechennya harmoniynoho rozvytku zaliznychnoho transportu Ukrainy* [Ensuring the harmonious development of railway transport of Ukraine]: monograph. Kh.: UkrDUZT. 403 p.

6. Chumak G. M. (2021). *Upravlinnya ekoloho-ekonomichnym rozvytkom promyslovykh pidpryyemstv* [Management of the ecological and economic development of industrial enterprises] : dissertation ... Candidate of Economics: 08.00.04. Kharkiv, 338 p.

7. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics. *Ellenmacarthurfoundation.org* : web site. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plasticseconomy-rethinking-the-future-of-plastics-and-catalysing>.

8. Circular Economy support in TCLF sector: lessons from UNIDO. *United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)* : web site. URL: [https://www.unido.org/unido-circular-](https://www.unido.org/unido-circular-economy)

economy

9. Sysoyev O. (2020). “Tsyrukulyarna ekonomika” ta “fakhivets’ iz tsyrukulyarnoyi ekonomiky”: sutnist’ ta zmist ponyat’ v ukrayins’komu ta pol’s’komu naukovomu prostori [“Circular economy” and “circular economy specialist”: the essence and content of concepts in the Ukrainian and Polish scientific space]. *Educational discourse*. № 4 (31). P. 48-68.

10. Shevchenko T. I., Shuptar-Poryvaeva N. Y., Gubanova O. R. et al. (2022). *Tsyrukulyarna ekonomika* [Circular economy] : textbook. Sumy : University book. 220 p.

11. Green Cargo. URL: <https://www.greencargo.com>.

12. Klimaschutz bei der Deutschen Bahn Deutsche Bahn [Climate protection at the Deutsche Bahn]. URL: <https://www.deutschebahn.com>.

13. Hitachi Rail. Battery Train Programme. URL: <https://www.hitachirail.com>.

14. SNCF Group. The Green Rail Program and hydrogen trains. URL: <https://www.sncf.com/en>

15. Rhätische Bahn. Environmental technologies in the Alps. URL: <https://www.rhb.ch/en/home>.

16. Panchenko N. G., Palamarchuk R. M., Tokmakova E. V. (2020). *Teoretychni zasady udoskonalennya upravlinnya ekolohichnoyu diyal’nistyu na zaliznychnomu transporti* [Theoretical principles for improving environmental management in railway transport]. *Black Sea Economic Studies*. Issue 58(1). P. 62-67.