



III Всеукраїнська наукова конференція
здобувачів освіти і молодих учених

ВІДБУДОВА ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ



25 березня 2025 року

III Всеукраїнська наукова конференція здобувачів освіти і молодих учених «Відбудова транспортної інфраструктури України». Збірник тез доповідей. – К.: НТУ, 2025. – 461 с.

Голова оргкомітету:

канд. техн. наук, професор, ректор

Грищук Олександр Казимирович

Заступник голови оргкомітету:

д-р техн. наук, професор, проректор з наукової роботи

Славінська Олена Сергіївна

Члени оргкомітету:

О.І. Мельниченко – канд. техн. наук, професор, перший проректор Національного транспортного університету;

В.С. Харуга – канд. техн. наук, професор, проректор з навчальної роботи та міжнародних зв'язків Національного транспортного університету;

І.А. Рутковська – канд. техн. наук, доцент, академік Транспортної Академії України, завідувача аспірантурою та докторантурою Національного транспортного університету;

О.С. Добровольський – канд. техн. наук, доцент, декан автомеханічного факультету Національного транспортного університету;

А.В. Бубела – д-р техн. наук, професор, декан факультету транспортного будівництва Національного транспортного університету;

О.О. Бакуліч – канд. техн. наук, професор, в.о. декана факультету менеджменту, логістики та туризму Національного транспортного університету;

Р.В. Ярова – канд. юрид. наук, доцент, декан факультету економіки та права Національного транспортного університету;

В.Д. Данчук – д-р фіз.-мат. наук, професор, в.о. декана факультету транспортних та інформаційних технологій Національного транспортного університету;

С.В. Ковбасенко – канд. техн. наук, професор, в.о. декана факультету заочного, дистанційного навчання та підготовки іноземних громадян Національного транспортного університету.

Члени наукового комітету:

О.О. Разбойніков – канд. техн. наук, Голова Наукового товариства Університету, доцент кафедри автомобілів Національного транспортного університету;

О.М. Іванушко – д-р філос., доцент, учений секретар Національного транспортного університету;

А.Ю. Шпиг – канд. техн. наук, доцент, директор НДІ «ПТБТ», доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету;

В.С. Подпіснєв – старший викладач кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, заступник декана автомеханічного факультету Національного транспортного університету;

О.І. Гуцалюк – асистент кафедри фінанси, облік і аудит, заступник декана факультету менеджменту, логістики та туризму Національного транспортного університету;

Є.В. Шуба – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету;

І.А. Козарчук – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету;

А.Є. Клочан – д-р філос., доцент, доцент кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки Національного транспортного університету;

Т.В. Заплітна – канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри економіки Національного транспортного університету;

А.А. Бойко – старший викладач кафедри фінанси, облік і аудит Національного транспортного університету;

Я.С. Духненко – молодший науковий співробітник НДІ «ПТБТ» Національного транспортного університету.

Секретаріат конференції:

О.М. Куцман – канд. техн. наук, доцент кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії Національного транспортного університету;

О.О. Пархоменко – старший викладач кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу Національного транспортного університету;

І.В. Будниченко – аспірант кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу Національного транспортного університету;

Р.С. Лисак – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;

І.І. Гальона – канд. техн. наук, канд. юрид. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій Національного транспортного університету;

І.А. Виговська – канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху Національного транспортного університету;

А.В. Огарков – асистент кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету;

І.А. Толкачова – канд. юрид. наук, доцент кафедри конституційного та адміністративного права Національного транспортного університету;

В.М. Муленко – д-р філос., доцент кафедри економіки Національного транспортного університету;

В.М. Сукманюк – асистент кафедри менеджменту Національного транспортного університету;

О.В. Ткаченко – інженер кафедри транспортного права та логістики Національного транспортного університету;

І.О. Сілютіна – канд. пед. наук, доцент кафедри іноземної філології та перекладу Національного транспортного університету.

© Національний транспортний університет, 2025

ЗМІСТ

ТЕМАТИЧНИЙ НАПРЯМ

«ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗБУДОВИ СПОРУД ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ»	24
ВИКОРИСТАННЯ ІНЖЕНЕРІВ ВИБУХОТЕХНІКІВ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ТА ОБСТЕЖЕННІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ВНАСЛІДОК ПОШКОДЖЕННЯ ВИБУХОВИМ НАВАНТАЖЕННЯМ У СВІТІ Олена СЛАВІНСЬКА, Максим БОРИСЕНКО.....	24
ВИКОРИСТАННЯ ДВОХ-КОМПОНЕНТНОГО СИНТЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АСФАЛЬТОБЕТОНУ Вячеслав САВЕНКО, Роман КУДЕЛЬСЬКИЙ.....	25
ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІСЛЯ РУЙНУВАНЬ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ Дмитро КУРГАН, Ярослав ТКАЧИК.....	26
АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ «КИЇВ – ОДЕСА» НА ПЛАТНІЙ ТА БЕЗОПЛАТНІЙ ОСНОВІ Олександр ЛАНОВИЙ, Олександр КОШАРНИЙ, Поліна МАКАРЕНКО.....	27
ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ Андрій БУБЕЛА, Олег ВЕРЕТЕЛЬНИКОВ.....	28
АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ КОНСТРУКЦІЙ УКРІПЛЕННЯ УКОСІВ НА МІСЦЕВИХ ДОРОГАХ В УКРАЇНІ Вячеслав САВЕНКО, Тарас КУЗЬМИН.....	31
АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА КОНЦЕПЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ЗЕМЛЕРИЙНОЇ МАШИНИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ Володимир МУСІЙКО, Михайло ЛЕЙЧЕНКО.....	31
ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕПОКСИДНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИВУ НА ТРАНСПОРТНИХ СПОРУДАХ Артур ОНИЩЕНКО, Володимир ЗЕЛЕНОВСЬКИЙ.....	33
ВІДХИЛИ, ДОПУСКИ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ТА БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ Ігор ГАМЕЛЯК, Ярослав ЯКИМЕНКО, Володимир КУЛАК.....	35
ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ МАШИНИ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ОПТОВОЛОКОННИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ Володимир МУСІЙКО, Євген ЧУМАК.....	36
ЗВОРОТНІЙ РОЗРАХУНОК ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ШАРІВ АЕРОДРОМНОГО ПОКРИТТЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ ВАКФАА 3.4.3 Ігор ГАМЕЛЯК, Аліна КОРШАК.....	38
НАПІВАНАЛІТИЧНІ МЕТОДИ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ШАРУВАТИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВІДШАРУВАННЯМ Олександр МАРЧУК, Антон ЗАБУДЬКО.....	40

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ОБМЕЖЕНИХ ФІНАНСОВИХ РЕСУРСІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	
Олександр ЧЕЧУГА, Сергій ІЛЛЯШ, Тетяна СТАСЮК	230
THE IMPACT OF TYPOGRAPHY ON THE SAFETY OF TRANSPORT SYSTEMS	
Vladislav HOLOMYSOV	231
ВПЛИВ ІНТЕГРАЦІЇ ГЛОБАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ GALILEO В СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ НА ДОСТУПНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ГРОМАДСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ	
Олег ДОЛІНСЬКИЙ	233
ПАКУВАННЯ ТА РОЗМІЩЕННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ВАНТАЖІВ, ВИКОРИСТАННЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ПРОСТОРУ	
Денис ЛОМОТЬКО, Олександр НЕСТЕРЕНКО	234
РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ	
Арсен КЛОЧАН, Валентина ЗАВАРЗІНА, Поліна МАКАРЕНКО	235
ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ	
Валерія ГРУЗДОВА	237
АНАЛІЗ ДАНИХ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	
Сергій МИСЬКІВ	238
ОСОБЛИВОСТІ ПЛАНУВАННЯ І ВИБОРУ МАРШРУТІВ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	
Юлія ШУЛЬДІНЕР, Карина БОЛОГОВА	239
УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ НАДАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ	
Ігор ДЕРЕГУЗ	241
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ЛОГІСТИКИ ТА СТІЙКІ ТРАНСПОРТНІ РІШЕННЯ	
Денис ЛОМОТЬКО, Кирило ВЛАСЕНКО	243
ІСТОРИЧНЕ ПІДГРУНТТЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДНЯ СЛУЖБИ ВІЙСЬКОВИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ	
Тимур ЛЕБЕДЄВ, Євген МАКСИМЕНКОВ	247
ТРАНСПОРТНІ ІННОВАЦІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК СУСПІЛЬСТВА	
Артем БАБЛЮК	249
ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВІДБУДОВИ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ	
Максим ТОЧИГІН	251
THE SYSTEM ANALYSIS BASED APPROACH TO MARKET AND CREDIT RISKS ANALYSIS	
Roman PANIBRATOV, Valery GAVRYLENKO, Petro BIDYUK	252
АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ЩОДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА	
Володимир ГУРКО	254

- [7] Vagiokas, N., Zacharias, C. (2021) Tool for Analyzing the Risks in Dangerous Goods Transportation. *Open Access Library Journal*, 8, 1–22. URL: <https://doi.org/10.4236/oalib.1107373>
- [8] Cheung, K., Bell, M. (2021). Attacker-defender model against quantal response adversaries for cyber security in logistics management: An introductory study. *European Journal of Operational Research*, 291(2), 471–481. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.10.019>
- [9] Bélanger, F., Stéphane, C., Enget, K., Negangard, E. (2017). Determinants of early conformance with information security policies. *Information & Management*, Volume 54, Issue 7. Pp. 887–901. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2017.01.003>
- [10] Caralli, R. A., Stevens, J. F., Young, L. R. Wilson, W. R. (2007). *Introducing OCTAVE Allegro: Improving the information security risk assessment process*. 154 p. DOI: <https://doi.org/10.1184/R1/6574790.v1>
- [11] OWASP (2015). *Application threat modeling*. URL: https://www.owasp.org/index.php/Application_Threat_Modeling
- [12] Sendi, A. S., Barzegar, R. A., Cheriet, M. (2016). Taxonomy of information security risk assessment (ISRA). *Computer & Security*, Vol. 57, pp. 14–20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2015.11.001>
- [13] Haji, S., Tan, Q., Soler, R. (2019). A Hybrid Model for Information Security Risk Assessment. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, Vol. 8, No.1.1, 2019, pp. 100–106. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2019/1981.12019>
- [14] Van Ginkel, K. C. H., Dottori, F., Alfieri, L., Feyen, L., and Koks, E. E. (2021). Flood risk assessment of the European road network. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 21, 1011–1027. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1011-2021>
- [15] Abrahamsen, E., Aven, T. (2012). Why risk acceptance criteria need to be defined by the authorities and not the industry. *Reliability Engineering and System Safety*, 105 (2012), pp. 47–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.res.2011.11.004>
- [16] Aven, T. (2015). The concept of antifragility and its implications for the practice of risk analysis. *Risk Analysis*, 35 (3) (2015), pp. 476–483. DOI: <https://doi.org/10.1111/risa.12279>
- [17] Kitsios, F., Chatzidimitriou, E., Kamariotou, M. (2022). Developing a Risk Analysis Strategy Framework for Impact Assessment in Information Security Management Systems: A Case Study in IT Consulting Industry. *Sustainability*, 14(3), 1269. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14031269>

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ЛОГІСТИКИ ТА СТІЙКІ ТРАНСПОРТНІ РІШЕННЯ

Денис ЛОМОТЬКО¹, д-р техн. наук, проф., Кирило ВЛАСЕНКО¹, студент.

¹ Український державний університет залізничного транспорту (Україна)

Ключові слова: сталий розвиток, залізнична логістика, електрифікація залізниць, водневі локомотиви, відновлювані джерела енергії, декарбонізація транспорту, оптимізація маршрутів, цифровізація транспорту, енергоефективність, штучний інтелект у логістиці, екологічна безпека залізниць, сонячна та вітрова енергія, високошвидкісні поїзди, європейський зелений курс, smartrail 4.0, зниження викидів CO₂, автоматизовані системи управління, Big data та штучний інтелект у транспорті, міжнародний досвід у залізничному транспорті.

Вступ. Сучасна транспортна індустрія відіграє важливу роль у розвитку світової економіки, проте водночас створює значне екологічне навантаження на навколишнє середовище. В умовах глобальних екологічних проблем залізничний транспорт вважається одним із найбільш екологічно безпечних видів перевезень. Завдяки низькому рівню викидів парникових газів, енергоефективності та можливості інтеграції з відновлюваними джерелами енергії, залізниця є основою для сталого розвитку транспортної системи [1].

Останні дослідження свідчать, що залізничний транспорт має значно менший вплив на довкілля порівняно з автомобільним або авіатранспортом [2]. Проте існують певні проблеми, такі як забруднення ґрунтів та водних ресурсів, шумове навантаження, викиди дизельних локомотивів. Актуальним завданням є пошук стійких транспортних рішень, які мінімізують негативний вплив залізничної логістики на довкілля.

Різні дослідники розглядали питання екологічної безпеки залізничного транспорту та можливості застосування відновлюваних джерел енергії в цьому секторі [5]. Зокрема,

розробляються технології електрифікації залізниць, удосконалюються гібридні та водневі локомотиви [4]. Проте недостатньо досліджено питання комплексного впровадження екологічних стандартів та оптимізації логістичних процесів з метою зменшення екологічного впливу залізничного транспорту на середовище.

Ця робота присвячена аналізу екологічних аспектів залізничної логістики, розгляду можливих способів зменшення впливу негативних чинників залізничного транспорту на довкілля, а також оцінці перспектив стійких транспортних рішень.

Мета дослідження. Аналіз екологічних аспектів залізничної логістики та визначення стійких транспортних рішень, які сприятимуть зменшенню негативного впливу залізничного транспорту на довкілля.

Суть дослідження. Залізничний транспорт вважається одним із найекологічніших видів транспорту завдяки низькому рівню шкідливих викидів та високій енергоефективності. Проте його діяльність також має певний вплив на середовище, що зумовлює необхідність пошуку стійких транспортних рішень. У даному дослідженні розглядаються екологічні аспекти залізничної логістики та аналізуються сучасні технології, спрямовані на мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Основні аспекти дослідження включають:

- екологічний вплив залізничного транспорту;
- сталий розвиток залізничної логістики;
- екологічні стратегії та міжнародний досвід у гармонійному розвитку залізничної логістики.

Залізничний транспорт вважається одним із найекологічніших видів перевезень, особливо у порівнянні з автомобільним та авіаційним транспортом. Однак його діяльність також має певний вплив на навколишнє середовище, що зумовлює необхідність аналізу основних екологічних аспектів та пошуку рішень для їх зменшення.

І Екологічний вплив залізничного транспорту та шляхи його зменшення.

1.1 Викиди парникових газів та забруднюючих речовин.

Залізниця є більш енергоефективною, ніж автомобільний та авіаційний транспорт, дизельні локомотиви все ще виробляють значну кількість викидів CO₂, NO (оксидів азоту) та твердих частинок. Згідно з дослідженням [1], рівень забруднення атмосфери від залізничного транспорту в Україні є відносно низьким, однак потребує подальших заходів для його мінімізації. Переведення залізничних ліній на електричну тягу дозволило скоротити викиди парникових газів. Це є ключовим напрямом у розвитку залізничної логістики відповідно до сучасних європейських тенденцій [6].

1.2 Шумове та вібраційне забруднення.

Залізничний транспорт, незважаючи на його екологічну ефективність, є одним із джерел підвищеного шумового та вібраційного навантаження на довкілля та населення, негативно впливає на здоров'я людей, спричиняючи стрес, порушення сну та інші проблеми [2].

Будівництво шумозахисних бар'єрів, використання більш сучасних рейок та вдосконалення конструкції вагонів може значно зменшити шумове забруднення.

Міжнародний досвід показує, що найефективніші рішення – це комплексний підхід, що поєднує технологічні інновації, міське планування та екологічні заходи.

1.3 Споживання енергії та ресурсів.

Втілення альтернативних джерел енергії для живлення інфраструктури дозволяє зменшити залежність від твердого палива та підвищити екологічність залізничного транспорту [5]. Водневі локомотиви, біопаливо та акумуляторні поїзди є перспективними технологіями для зниження залежності від викопного палива. Використання цифрових технологій для покращення графіків руху потягів дозволяє зменшити споживання енергії та підвищити ефективність перевезень. Дослідження підтверджують доцільність впровадження таких рішень в Україні [4].

1.4 Вплив на екосистеми.

Будівництво та експлуатація залізничних колій призводять до змін у природних екосистемах, включаючи вирубку лісів, зміну водних потоків і фрагментацію природних середовищ існування для тварин. Це питання є актуальним для України, де значна частина залізничної мережі проходить через природні заповідники [4].

1.5 Відходи та використання матеріалів.

Обслуговування залізничної галузі та рухомого складу супроводжується утворенням відходів, зокрема використаних мастильних матеріалів, зношених шпал та рейок. Перехід на більш екологічні матеріали дозволяє значно зменшити цей вплив [3].

II Сталий розвиток залізничної логістики.

Сталий розвиток залізничної логістики – це комплекс заходів, спрямованих на оптимізацію транспортних процесів із мінімальним впливом на довкілля, економічною ефективністю та соціальною відповідальністю. Основними принципами є енергоефективність, екологічна безпека, цифровізація логістичних процесів і впровадження відновлюваних джерел енергії.

Основні напрями сталого розвитку залізничної логістики.

2.1 Екологічна безпека та зниження викидів.

Залізничний транспорт вважається екологічно чистішим, ніж автомобільний, але потребує подальшого вдосконалення. Як зазначено в дослідженні Бельченко К. С. (2023) [1], важливими заходами є перехід на електрифіковані залізничні лінії, скорочення використання дизельних локомотивів та покращення системи енергоспоживання. Також значну увагу приділяють зменшенню шумового забруднення та впливу інфраструктури на екосистеми.

2.2 Використання відновлюваних джерел енергії.

Використання сонячної енергії та інших альтернативних джерел енергії в залізничному транспорті є перспективним напрямом розвитку. У публікації *Railway Supply* (2022) [5] наголошується на впровадженні сонячних панелей для живлення інфраструктури, а також застосуванні енергоефективних технологій. Крім того, у роботі [4] розглянуто перспективи використання вітрової та гідроенергетики для забезпечення залізничних станцій.

2.3 Впровадження інноваційних транспортних рішень.

Цифровізація залізничної логістики дозволяє скоротити споживання ресурсів та підвищити ефективність перевезень. У статті «Сталі транспортні рішення у залізничній логістиці» [6] розглянуто впровадження автоматизованих систем управління перевезеннями, що дозволяє мінімізувати витрати та зменшити вплив транспорту на навколишнє середовище.

2.4 Електрифікація залізничного транспорту.

Перехід на електричні локомотиви є ключовим кроком до сталого розвитку галузі. У роботі «Екологічна безпека залізничного транспорту України» [2] підкреслюється важливість розширення електрифікованої залізничної мережі, що дозволяє зменшити викиди CO₂ і скоротити використання викопного палива.

III Екологічні стратегії та міжнародний досвід у сталому розвитку залізничної логістики.

Сталий розвиток залізничної логістики є ключовим напрямом екологічної політики багатьох країн. Основні екологічні стратегії включають зниження викидів парникових газів, використання відновлюваних джерел енергії, оптимізацію логістичних маршрутів та цифровізацію залізничного транспорту [1].

3.1 Екологічні стратегії сталого розвитку залізничної логістики

3.1.1 Декарбонізація та зменшення викидів CO₂

Залізничний транспорт є одним із найбільш екологічно чистих видів перевезень, проте досі значна частина залізничної мережі працює на дизельному паливі. Впровадження електрифікації та використання водневих і гібридних локомотивів дозволяє значно скоротити викиди парникових газів [3]. Наприклад:

- Європейський Союз у межах ініціативи *European Green Deal* передбачає до 2050 року повністю декарбонізувати залізничний транспорт. Основний акцент робиться на збільшенні електрифікованих ліній та застосуванні водневих потягів [9].
- Франція та Німеччина активно використовують водневі поїзди *Alstom Coradia iLint*, які працюють на водневих паливних елементах, не виробляючи CO₂.

3.1.2 Використання відновлюваних джерел енергії

Використання сонячної, вітрової та гідроенергії для живлення залізничної інфраструктури значно зменшує навантаження на навколишнє середовище [5].

Багато країн уже впроваджують сонячну, вітрову та гідроенергію для залізничного транспорту. Наприклад:

- Нідерланди – вся залізнична мережа країни працює на енергії вітрових електростанцій з 2017 року [8].

- Індія – впроваджує сонячні панелі на дахах потягів та станцій, що дозволяє зменшити залежність від традиційної електроенергії [11].
- Велика Британія – реалізує проєкт Riding Sunbeams, у межах якого електропотяги живляться прямо від сонячних панелей, розташованих уздовж залізничних колій [14].

3.1.3 Цифровізація та оптимізація логістики

Впровадження Big Data, штучного інтелекту (AI) та IoT допомагає оптимізувати маршрути та скорочувати споживання енергії [6]. Застосування штучного інтелекту (AI), IoT та Big Data допомагає оптимізувати рух потягів, зменшуючи простой, витрати пального та загальне споживання ресурсів. Наприклад:

- Швейцарія застосовує систему Smartrail 4.0, що використовує штучний інтелект для підвищення ефективності руху поїздів [15].
- Японія впроваджує автоматизовані системи контролю енергоспоживання у поїздах Shinkansen, що дозволяє зменшити витрати електроенергії на 10-15% [12].

3.1.4 Впровадження водневих поїздів.

Водневі локомотиви – ще один крок до екологізації залізничного транспорту. На відміну від дизельних поїздів, вони не викидають шкідливих речовин у атмосферу.

Приклади міжнародної практики:

Франція та Німеччина активно експлуатують водневі поїзди Alstom Coradia iLint, які працюють на паливних елементах і є повністю безвуглецевими [10].

Китай розробляє водневі локомотиви для вантажних перевезень [7].

3.2 Міжнародний досвід у сталому розвитку залізничної логістики.

3.2.1 Європейський Союз.

ЄС активно розвиває екологічні стратегії у межах Зеленої угоди та програми Fit for 55. Основна мета – зменшення викидів від транспорту на 90% до 2050 року.

Основні заходи:

- збільшення частки електрифікованих ліній (з 56% до 75% до 2040 року);
- розвиток водневих локомотивів у Німеччині, Франції та Австрії;
- створення високошвидкісних залізничних коридорів для скорочення авіаперельотів.

3.2.2 США

У США залізничний транспорт використовує гібридні та електричні локомотиви. Компанія Amtrak запустила програму Net-Zero Emissions 2045, яка передбачає:

- перехід на повністю електричні пасажирські потяги;
- використання відновлюваної енергії для станцій та інфраструктури [13].

3.2.3 Китай.

Китай активно розвиває високошвидкісну залізницю, яка є більш енергоефективною. До 2035 року країна планує електрифікувати 95% залізничної мережі.

Основні ініціативи:

- використання електропотягів на акумуляторах для регіональних перевезень;
- масштабне виробництво водневих локомотивів;
- розвиток зелених станцій із використанням сонячної енергії [7].

Висновок. Залізничний транспорт має значний екологічний потенціал завдяки своїй енергоефективності та можливості зменшення викидів. Проте певний вплив на довкілля все ще залишається, зокрема через викиди від дизельних локомотивів, шумове забруднення та вплив на природні екосистеми. Інноваційні технології, такі як водневі поїзди, цифрове управління логістикою та використання екологічно чистих матеріалів, допоможуть мінімізувати цей вплив та сприяти розвитку стійкої транспортної системи.

Сталий розвиток залізничної логістики ґрунтується на екологічних, енергетичних та технологічних аспектах. Важливими заходами є перехід на відновлювані джерела енергії, впровадження цифрових технологій, електрифікація залізниць та мінімізація екологічного впливу. Такі рішення сприятимуть не лише зменшенню негативного впливу на довкілля, а й підвищенню економічної ефективності залізничного транспорту.

Міжнародний досвід показує, що екологізація залізничної логістики можлива через: електрифікацію та використання відновлюваних джерел енергії; оптимізацію логістики завдяки цифровим технологіям; розвиток водневих та акумуляторних поїздів тощо.