

УДК 656.223:502.5

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-139-2-49-62

Докт. техн. наук Ломотько Д. В.

Докт. техн. наук Озар О. М.

Канд. техн. наук Козодой Д. С.

Аспірант Байдіна К. С.

Аспірант Ломотько М. Д.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ЛОГІСТИКИ ПРИ МУЛЬТИМОДА- ЛЬНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Ключові слова: залізниця, автотранспорт, контейнер, контрейлер, «зелена» логістика, мультимодальне перевезення, вплив на довкілля, вуглецеве забруднення повітря.

Вступ і постановка проблеми

Залізничний транспорт в Україні є основним гравцем на внутрішньому та зовнішньому транспортному ринку перевезень пасажирів і вантажів. Сучасні виклики ринку ставлять перед галуззю завдання перегляду підходів до виконання логістичних функцій в умовах збільшення конкуренції та зростання пріоритету екологічних показників перевезень.

Розвиток та покращення технології міжнародних та внутрішніх перевезень вантажів здійснюється шляхом використання мультимодальних, в першу чергу, контейнерних та контрейлерних перевезень. Інтенсифікація мультимодальних перевезень в Україні здійснюється відповідно напрямків Стратегії акціонерного товариства «Українська залізниця» (АТ «УЗ») на 2019-2023 роки [1] та орієнтується на збільшенні частки залізничного транспорту в перевезеннях.

Актуальність

Поява «зеленої» логістики, як концепції екологічно раціонального проектування та експлуатації логістичних систем, відноситься до методології сталого розвитку економіки. За оцінками фахівців на транспорт припадає приблизно 8 % всього вуглецевого забруднення атмосферного повітря на планеті, тому впровадження «зелених» технологій в логістичній діяльності дозволить зробити певні кроки до збереження клімату на планеті. У

зв'язку з цим дослідження та розвиток технологій комбінованого та мультимодального транспорту в Україні є актуальними.

Метою статті є розгляд перспектив застосування концепції «зеленої» логістики при мультимодальних перевезеннях вантажів за участю залізничного транспорту.

Автомобільний транспорт, крім впливу на атмосферне повітря, пов'язаного з наслідками згоряння палива, надає значний негативний вплив у вигляді забруднення ґрунтів, водних ресурсів, акустичного забруднення довкілля.

Основними видами впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище є викиди твердих, рідких і газоподібних речовин до усіх компонентів довкілля, відчуження територій під інфраструктуру, споживання води, паливних ресурсів і електроенергії, шум і вібрація, потенційно небезпечні для навколишнього середовища перевезення вибухових, хімічних та інших небезпечних вантажів. Атмосферні викиди підприємств залізничного транспорту містять тверді речовини органічного та неорганічного походження, але у порівнянні із автомобільним транспортом шкідливий вплив залізничного транспорту на довкілля значно нижчий. В останні роки обсяг викидів від залізниць в атмосферу істотно скоротився завдяки впровадженню електротяги. Тому стратегічним напрямком розвитку «зеленої» логістики при вантажних перевезеннях є відмова або зменшення частки автоперевезень на користь більш екологічних залізничних перевезень. Це обумовлює необхідність більш докладного вивчення і подальшого розвитку теоретичних і практичних положень управління ланцюгами поставок на основі принципів «зеленої» логістики в умовах застосування мультимодальних перевезень.

Аналіз досліджень, публікацій та технологій

Дослідження проблем раціонального функціонування транспортного комплексу приділяли увагу такі вчені: Бутько Т.В., Данько М.І., Котлубай М.І., Мироненко В.К., Панченко С.В., Плужников К.І., Смахов А.О., Цветов Ю.М. та ін. В сфері експлуатації залізниць та мультимодальних перевезень відомими є праці таких вчених, як Альошинський Є.С., Бакаєв О.О., Дьомін Ю. В., Palanivelu P., Кулаєв Ю.Ф., Красноштан

О.М., Нагорний Є.В., Негрей В.Я., Прохорченко А.В., Самсонкін В.М. та ін. Проте недостатньо дослідженими залишаються проблеми функціонування транспортної системи та розвитку мультимодальних перевезень в умовах забезпечення прийняттого рівня екологічних показників.

Серед великих міжнародних компаній, що впроваджують концепцію «зеленої» логістики, можна назвати:

- Tesla inc – американська компанія, виробник електромобілів і екологічних рішень для зберігання електричної енергії;
- Deutsche Bahn Schenker Rail (Німеччина) – з проектом Eco Plus, який передбачає отримання електричного живлення на тягу поїздів з поновлюваних джерел енергії;
- Green Cargo Road & Logistics AB (Швеція) – застосовує енергозберігаючі локомотиви;
- DHL (Німеччина) – з сервісом GoGreen, який веде до зменшення викидів CO₂;
- K-Line (судноплавна компанія, Японія) – з інноваційної комп'ютерної системою, яка на основі моніторингу погодних та гідрографічних умов обирає екологічний режим роботи двигунів суден;
- Toyota (Японія) – що широко використовує вітряні електричні турбіни та сонячні панелі.

Основна частина

Основні історичні напрямки розвитку логістики міцно пов'язані з економічним зростанням та цифровізацією технологій. Минуло багато років з тих пір, як логістика стала розглядатися в якості ключового критерію ефективності бізнесу, але у цей період удосконалення логістики здійснювалось з суто комерційних причин. Інший бік проблеми полягає у тому, що протягом усіх цих років соціальні та екологічні витрати, які зараз є ключовими компонентами логістики, ігнорувались або враховувались частково. Лише в останні кілька років стурбованість екологічними складовими логістичних технологій, особливо в сфері транспортної логістики, є важливою частиною економічного добробуту країни та призвело до розвитку «зеленої» логістики (Green Logistics).

«Зелена» логістика приділяє увагу специфічним витратам, пов'язаним із змінами клімату, забрудненням повітря, води і ґрунту,

впливу шуму для досягнення стійкого балансу між показниками економіки, навколишнім середовищем та вимогам суспільства. Контейнерні та контрейлерні перевезення, у порівнянні із традиційними способами доставки, на теперішній час є найбільш розповсюдженими технологіями, що сприяють розвитку «зеленої» логістики.

У спільному документі ЄЕК ООН, ЄКМТ і ЄС «Термінологія комбінованих перевезень» [6] зазначено, що мультимодальне перевезення – це «перевезення вантажів двома або більше видами транспорту», інтермодальне перевезення означає «перевезення вантажів двома або більше видами транспорту в одній і тій же вантажній одиниці або автотранспортному засобі без перевантаження самого вантажу при зміні виду транспорту», комбіноване перевезення – «інтермодальне перевезення, в рамках якого більша частина рейсу припадає на залізничний, внутрішній водний або морський транспорт і будь-який початковий і/або кінцевий відрізок шляху, на якому використовується автомобільний транспорт, є максимально коротким». Таким чином, головною ознакою інтермодальності є відсутність перевантажувальних операцій на шляху прямування, тобто перевезення вантажу без його перевантаження в іншу вантажну одиницю. Стислий аналіз особливостей способів організації перевезення вантажів наведено у таблиці 1.

Впровадженням «зеленої» логістики активно займаються у ЄС. Зокрема, австрійська залізниця ÖBB прагне стати нейтральною до клімату до 2030 року, на досягнення чого планують поступово спрямувати 17,5 млрд євро. Одним з головних напрямів стане удосконалення вантажних перевезень оператора ÖBB за рахунок масштабної автоматизації та розвитку мультимодальних технологій.

З метою покращення процесів планування перевезень та при розробці стратегічної інвестиційної політики у транспортній сфері запропоновано галузеві ініціативи обґрунтовувати в рамках ефективної у ЄС концепції «виняток-перемикання-вдосконалення» [7]. Вона передбачає:

- виключення неефективних вантажних перевезень і операцій, в тому числі порожніх пробігів;
- перемикання перевезень по можливості на більш чисті види транспорту, такі як

залізничний і водний, на джерела і технології виробництва більш чистого палива, а також на використання адекватних за розмірами транспортних засобів, вантажів та маршрутів;

- вдосконалення інфраструктури, логістики та операцій вантажних перевезень.

Структурно-логічна схему здійснення унімодального та мультимодального перевезення вантажу наведено на рисунку 1.

Табл. 1 – Показники існуючих способів організації перевезення вантажів

Вид перевезення	Кількість способів транспортування	Особливості перевезення	Тариф
Унімодальне	Один вид транспорту	Без додаткового організатора перевезення	За договором перевезення
Бімодальне	Два (або більше) видів транспорту	Послідовне перевезення з використанням окремих перевізних документів на кожний вид транспорту	За договором перевезення на кожний вид транспорту
Мультимодальне	Два (або більше) видів транспорту	Єдиний оператор перевезення, єдиний транспортний документ	Наскрізний тариф
Інтермодальне	Два (або більше) видів транспорту	Єдиний оператор перевезення, єдиний транспортний документ, уніфікована вантажна одиниця	Наскрізний тариф

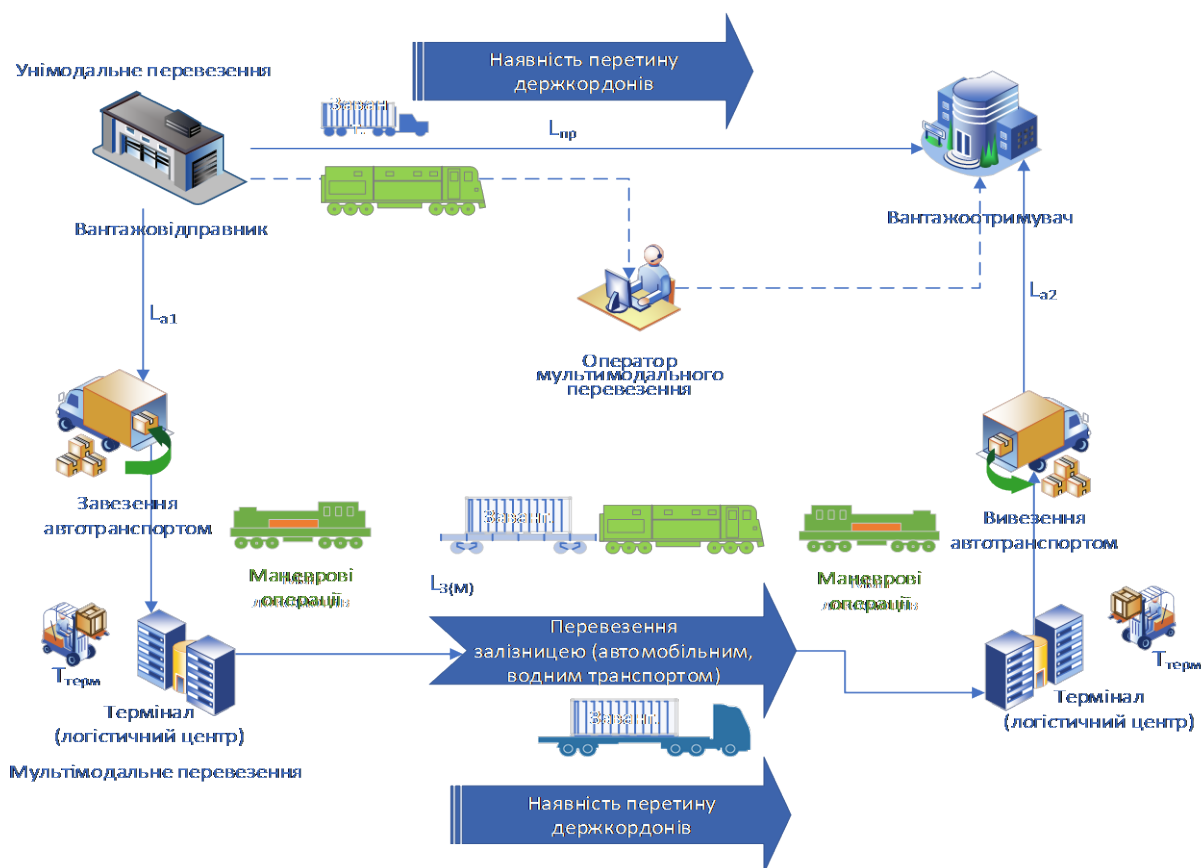


Рис. 1 – Структурно-логічна схема здійснення унімодального та мультимодального перевезення вантажу

Європейський досвід мультимодальних перевезень доводить, що розвиток цього виду перевезень в Україні є досить актуальним та потребує вирішення низки внутрішніх організаційно-правових питань, насамперед через гармонізацію національного законодавства з нормами Європейського Союзу. Розвиток сучасних технологій здійснення міжнародних та внутрішніх перевезень вантажів зараз спрямований на використання контейнерних та контрейлерних поїздів відповідно до вітчизняної Національної транспортної стратегії [4], яка містить окремий розділ «Безпечний для суспільства, екологічно більш чистий та енергоефективний транспорт». Проект Закону «Про мультимодальні перевезення» [3] спрямовано на створення умов для розвитку і вдосконалення мультимодальних перевезень та визначає правові і організаційні засади мультимодальних перевезень вантажів. Законопроект пропонується ввести поняття мультимодального перевезення вантажів – це перевезення двома або більше видами транспорту на підставі договору мультимодального перевезення за єдиним перевізним документом на всьому маршруті перевезення. Визначено права та обов'язки оператора мультимодального перевезення, який укладає договір мультимодального перевезення, приймає під свою відповідальність вантаж та забезпечує перевезення вантажу, граничну межу відповідальності оператора під час здійснення мультимодальних перевезень, але питання екологічної складової врегульовано слабо. Таким чином, підготовлений законопроект [3] за своєю суттю не суперечить міжнародно-правовим зобов'язанням України, однак, потребує певного доопрацювання з максимальним врахуванням положень Директиви 92/106/ЄС [5]. Ця директива покликана скоротити автомобільні перевезення завдяки розвитку комбінованих видів, які залучають до процесу залізничний, внутрішній водний та морський транспорт, у тому числі – з метою покращення екологічних показників вантажних перевезень та зменшення їх негативного впливу на довкілля [14].

Перед операторами мультимодальних перевезень та експлуатантами контейнерних і контрейлерних терміналів постає завдання дотримання вимог щодо забезпечення безпеки перевезень та охорони навколишнього середовища, в частині впровадження системи

екологічного менеджменту, у відповідності до міжнародного стандарту ISO 14001 (ДСТУ ISO 14001) «Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування» [2]. Цей стандарт містить інформацію та систему заходів стосовно таких екологічних аспектів:

- викиди в атмосферне повітря;
- скиди у водні об'єкти;
- забруднення земельних ділянок;
- використання сировини та природних ресурсів;
- споживання енергії;
- виділення енергії (тепло, вібрація, шум, світло);
- утворення відходів і/або побічних продуктів;
- використання навколишнього простору.

Таким чином, перспективу «зеленої» логістики на сьогоднішній день слід ув'язувати із вимогами стандарту ДСТУ ISO 14001, який є визнаним у всьому світі інструментом щодо створення ефективної системи екологічного менеджменту. Впровадження положень цього стандарту впливає на всю структуру організації мультимодальних перевезень та дозволяє створити умови для зменшення їх шкідливого впливу на довкілля, за умови максимального збереження фінансових ресурсів.

Останнім часом спостерігається стійка тенденція до зростання кількості автотранспортних засобів на дорогах України, що негативно впливає на довкілля, в першу чергу – на повітря. В Україні стан забруднення атмосфери оцінюється шляхом порівняння середніх і максимальних концентрацій шкідливих викидів у повітрі відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів [8, 9]. Основним показником ступеню забруднення повітря являється індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Комплексний ІЗА – це нормована характеристика середніх концентрацій домішок до їх гранично допустимої концентрації (ГДК), що розраховується як сума середніх концентрацій, у кратності ГДК, з врахуванням класу токсичності відповідної домішки:

$$ІЗА = \sum_{i=1}^z \left(\frac{\bar{q}_i}{ГДК_i} \right)^{k_i}, \quad (1)$$

де: \bar{q}_i – середня за певний інтервал часу концентрація забруднювача повітря, мг/м³;

$ГДК_i$ – середня гранично допустима концентрація забруднювача, $мг/м^3$;

k_i – константа, яка має значення залежно від класу небезпеки речовини: 1 класу – 1,7; 2 класу – 1,3; 3 класу – 1,0; 4 класу – 0,9.

Ця константа дозволяє призвести ступінь шкідливості i -ї речовини до ступеню шкідливості діоксиду сірки [8].

Для порівняльної оцінки рівня забруднення атмосфери різних населених пунктів використовують ІЗА, який враховує п'ять перших шкідливих речовин ($z = 5$), які контролюються та мають найбільші значення концентрації. В залежності від значення комплексного ІЗА рівень забруднення атмосферного повітря визначається наступним чином:

$$ІЗА \begin{cases} < 5 - \text{низький рівень} \\ [5 \dots 7] - \text{підвищений} \\ (7 \dots 14] - \text{високий} \\ > 14 - \text{дуже високий} \end{cases} \quad (2)$$

Результати аналізу зміни комплексного ІЗА на підставі даних центральної української геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського для основних транспортних вузлів країни наведено на рисунку 2.

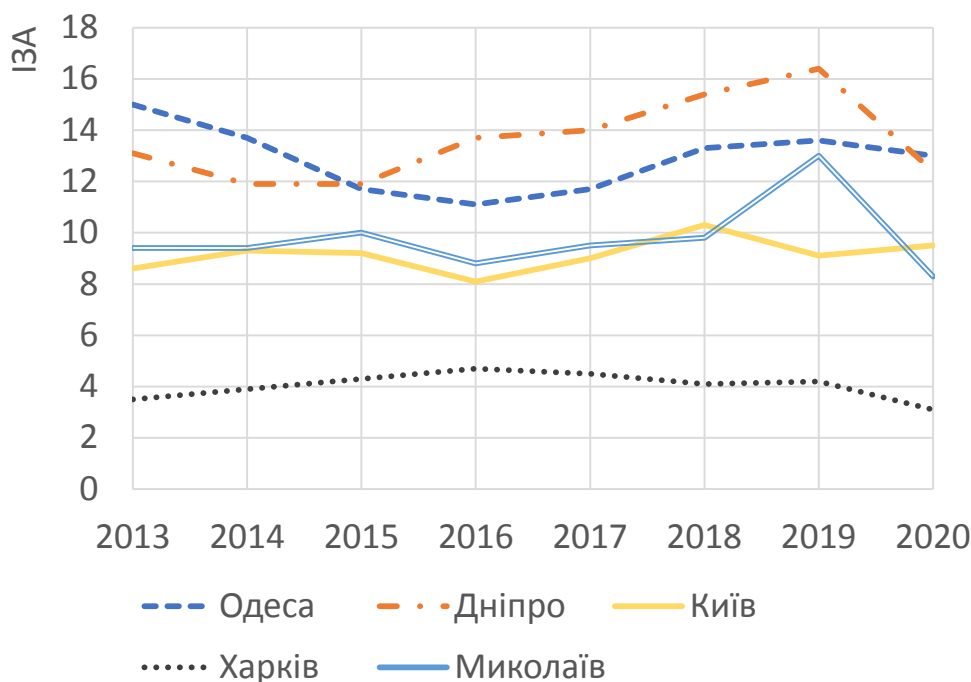


Рис. 2 – Зміна комплексних індексів забруднення атмосфери (ІЗА) по роках для основних транспортних вузлів України

Як можна бачити, рівень ІЗА має відносно невеликі річні коливання. Для транспортних вузлів міст Одеса та Дніпро рівень забруднення можливо вважати як високий та дуже високий. Зменшення рівня ІЗА у 2020 р. (за виключенням вузла Києва) можливо об'яснити карантинними обмеженнями протягом року. Високий рівень забруднення атмосферного повітря вказаних місць був обумовлений здебільше підвищеним вмістом специфічних шкідливих речовин, зокрема від функціонування транспорту. Значний вплив транспорту може бути підтверджено тим, що у містах, які не є крупними транспортними вузлами, показник комплексного ІЗА значно

нижчий (наприклад, показник комплексного ІЗА міст: Біла Церква – 4,0; Тернопіль – 4,0; Чернігів – 3,8; Івано-Франківськ – 3,4).

Загалом основні обсяги викидів шкідливих речовин здійснюють підприємства теплоенергетики, промисловості та автотранспорт. Пересувне джерело забруднення [8] – це транспортний засіб, рух якого супроводжується викидом в атмосферне повітря забруднюючих речовин. Зокрема, це автомобільний, залізничний, авіаційний, водний транспорт та виробнича техніка. Динаміку співвідношення викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря стаціонарними та пересувними джерелами [10] наведено на рисунку

ку 3. До основних забруднюючих речовин, що потрапляють до атмосфери від транспорту, відносять метали та їх сполуки (1,3 %), речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (32,2 %), сполуки азоту (10 %), діоксид та інші сполуки сірки (13,3 %), оксид вуглецю (27,1 %), неметанові леткі органічні сполуки (14,8 %) та метан (1,1 %). Аналіз показує поступову тенденцію до зменшення загального обсягу викидів у повітря при від-

носно стабільній частці в них пересувних джерел забруднення 33,7 %, що скоріше пов'язано з загальним зменшенням виробничої активності в Україні після розпаду Радянського Союзу.

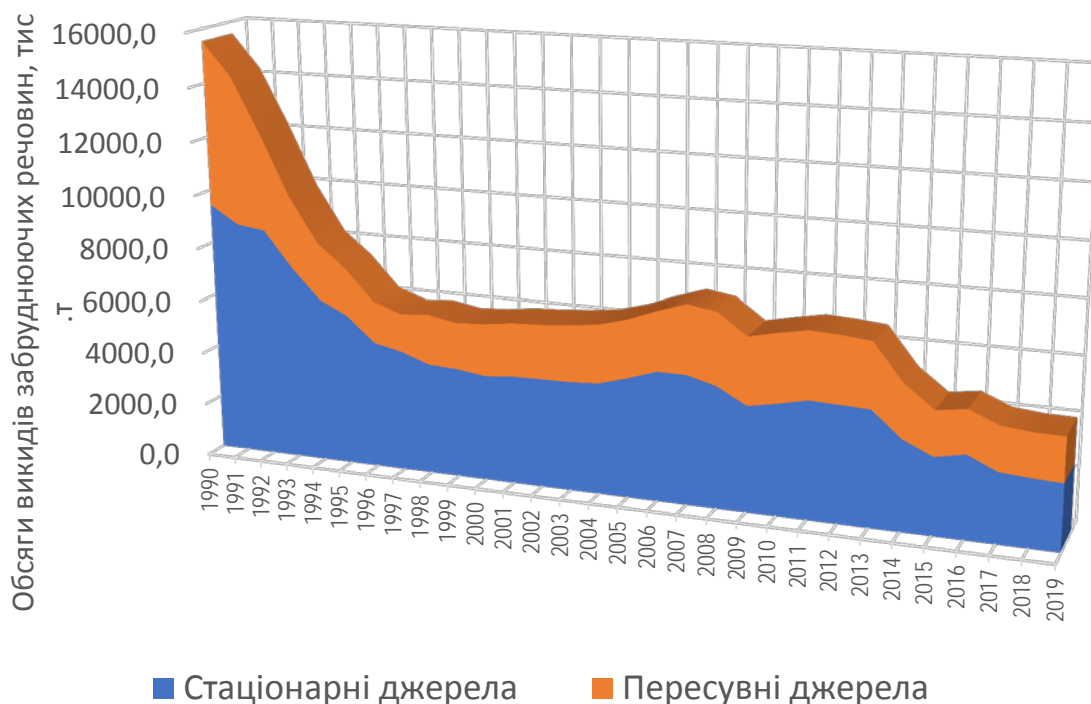


Рис. 3 – Зміна викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря по роках стаціонарними та пересувними джерелами України

Переважну більшість викидів пересувних джерел забруднення дає автомобільний транспорт, значно менше – виробничий транспорт. Роль залізничного, авіаційного та водного транспорту у забрудненні атмосферного повітря є незначною (рис. 4 - побудовано на підставі даних [10]). За даними Держстату України [10], викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від автомобільного транспорту у 2018 році становили 1358,4 тис. т, залізничного – 27,6 тис. т, тобто відносно перевищення викидів від автотранспорту становить 49 разів. З урахуванням рівня вантажообігу у дослідному році (автотранспорту – 42569,5 млн. ткм, залізничного – 186344,1 млн. ткм) без великої похибки можливо вважати питомий середній рівень викидів забруднюючих речовин по країні у атмосферу від

автотранспорту – 31,910 г/ткм, від залізниці – 0,148 г/ткм.

В той же час, викиди в атмосферу діоксиду вуглецю (CO₂) від всіх видів транспорту у тому ж році склав 15948,1 тис. т, у тому числі автотранспорт – близько 14 млн. т, залізниця – 193,3 тис. т. Таким чином, питомий середній для транспортного сектору України рівень викидів CO₂ в атмосферу складає від автотранспорту – $\eta_A = 328,878$ г/ткм, від залізниці – $\eta_З = 1,037$ г/ткм. Для порівняння – за даними Європейського агентства з навколишнього середовища середні викиди CO₂ вантажівками у 2018 році становили $\eta_{acc} = 158,1$ г/ткм. У 2020 році викиди CO₂ в світі у період дії обмежувальних заходів під час пандемії коронавірусу скоротилися на 17 % (дані організації Global Carbon Project), зокрема, в США обсяг викидів зменшився при-

ливно на 30 %, в Індії викиди CO₂ скоротилися на 26 %, в Європі – на 27 %, у Китаї скорочення відбулось майже на чверть.

Основними напрямками покращення ситуації з викидами від транспорту є переведення засобів транспорту на більш безпечні види палива, розвиток електротранспорту, забезпечення контролю за якістю палива, ефективне впровадження роботи діагностичних пунктів перевірки нормативів екологічної безпеки засобів транспорту, а також збільшення частки перевезень видами транспорту, що мають менший вплив на атмосферу (див. рис. 4). Застосування мультимодальних технологій перевезень вантажів веде до загалого зменшення забруднення атмосферного повітря викидами від пересувних джерел.

Безпосередньо рівень забруднення атмосферного повітря залежить від тривалості дії пересувного джерела, тобто від відстані перевезення вантажів та середньої швидкості руху.

Середню щорічну відстань перевезення вантажів залізничним і автомобільним транспортом в Україні наведено у динаміці на рисунку 5. У подальших розрахунках використано середню відстань перевезень за період 2015-2020 рр., що складає для залізничного транспорту 566,3 км, для автомобільного - 56,5 км, причому остання продовжує збільшуватись.

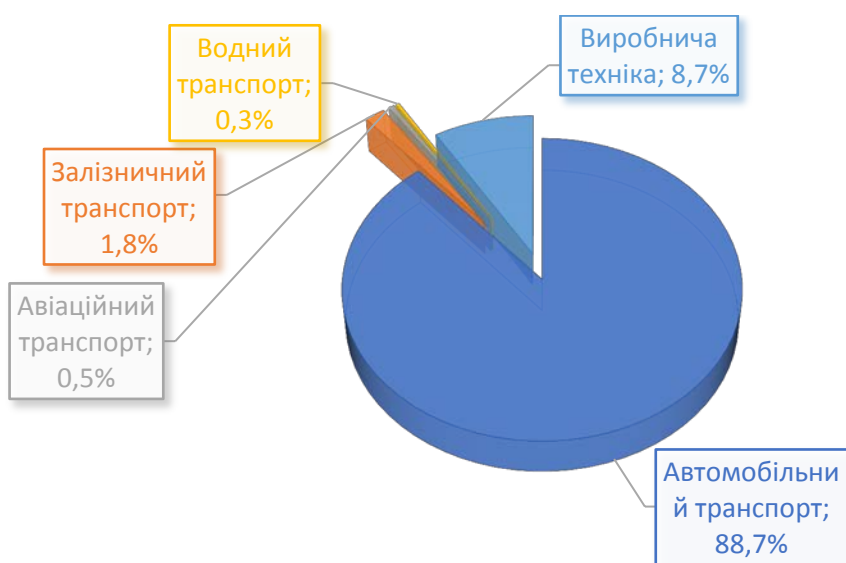


Рис. 4 – Розподіл викидів у атмосферу України забруднюючих речовин від пересувних джерел



Рис.5 – Середня відстань перевезень вантажів залізничним і автомобільним видами транспорту в Україні

Оцінку значення екологічного критерію при унімодальному перевезенні автотранспортом можливо розраховувати як вартісну величину шкоди від негативного впливу двоокису вуглецю на атмосферне повітря:

$$B_a = m_{TEU} \eta_a \sum_{n=1}^K (L_{np\ i} c_{атм\ i}), \quad (3)$$

де: $L_{np\ i}$ – відстань прямого унімодального перевезення територією i -ї держави, км;

K – кількість дільниць перевезення територією інших держав (для внутрішнього $K=1$);

$c_{атм\ i}$ – ставка екологічного податку на забруднюючі викиди CO_2 територією i -ї держави, грн/т;

m_{TEU} – маса вантажу, що перевозиться у стандартному контейнері (TEU), т.

Аналогічно значення екологічного критерію для мультимодального перевезення:

$$B_M = m_{TEU} \left(\eta_z \sum_{n=1}^K (2L_{z\ i} c_{атм\ i} + t_{ман\ i} \eta_{ман}) + \eta_a [L_{a1} c_{атм\ 1} + L_{a2} c_{атм\ K}] \right), \quad (4)$$

де: $L_{z\ i}$ – відстань залізничної частини мультимодального перевезення територією i -ї держави, км;

2 – коефіцієнт, що враховує повернення рухомого складу до країни-власника;

$t_{ман\ i}$ – середня тривалість маневрових операцій з мультимодальною одиницею, год;

$\eta_{ман}$ – питомий середній рівень викидів CO_2 у атмосферу при виконанні маневрової роботи, г/год (прийнято $\eta_{ман} = 320,50$ г/год для тепловозу ЧМЕ-3, в режимі роботи двигуна $\eta_e = 75\%$ від повної потужності, склад маневрового складу прийнято 10 вагонів);

L_{a1}, L_{a2} – середня відстань, відповідно, завезення та вивезення мультимодальної одиниці, км.

В Україні екологічний податок – загальнодержавний обов'язковий платіж, що справляється з фактичних обсягів викидів в атмосферне повітря (ст. 14.1.57 ПКУ [11]). Слід зауважити, що ставки вуглецевого екологіч-

ного податку суттєво різняться в різних країнах. Нинішній рівень податку в Україні становить $c_{атм} = 10$ грн/т CO_2 , але для стимулювання «зелених» технологій планується його збільшити до 30 грн/т CO_2 у 2024 році. В той же час ставки вуглецевого екологічного податку $c_{атм}$ в розвинутих країнах коливаються від 1 дол. США/т (Польща) та 25 євро/т у деяких країнах ЄС до 139 дол. США/т (Швеція). Значення ставок вуглецевого екологічного податку по основних країнах світу наведено на рисунку 6 (за даними публікації [12]).

Діючі ставки екологічного податку на викиди CO_2 у деяких країнах наведено у таблиці 2. Як можна бачити, ставка екологічного податку в Україні є однією з найнижчих.

Здійснено кількісну оцінку шкідливих викидів CO_2 у довілля у грошовому еквіваленті ($\$/TEU$, де: $\$$ - гривня; TEU – еквівалент 20-футового вантажного контейнера) при перевезенні контейнерів унімодальним видом сполучення (автотранспортом) та мультимодальним видом – контрейлерним способом із залученням залізниці за маршрутами доставки основними вітчизняними контейнерними поїздами за формулами (3) і (4). Розрахунок може бути уточненим для конкретних умов, але у наведеному вигляді є придатним для прийняття стратегічного рішення щодо способу перевезень. Результати розрахунків зведено до таблиці 3, з урахуванням відмінностей у екологічному податковому законодавстві різних країн.

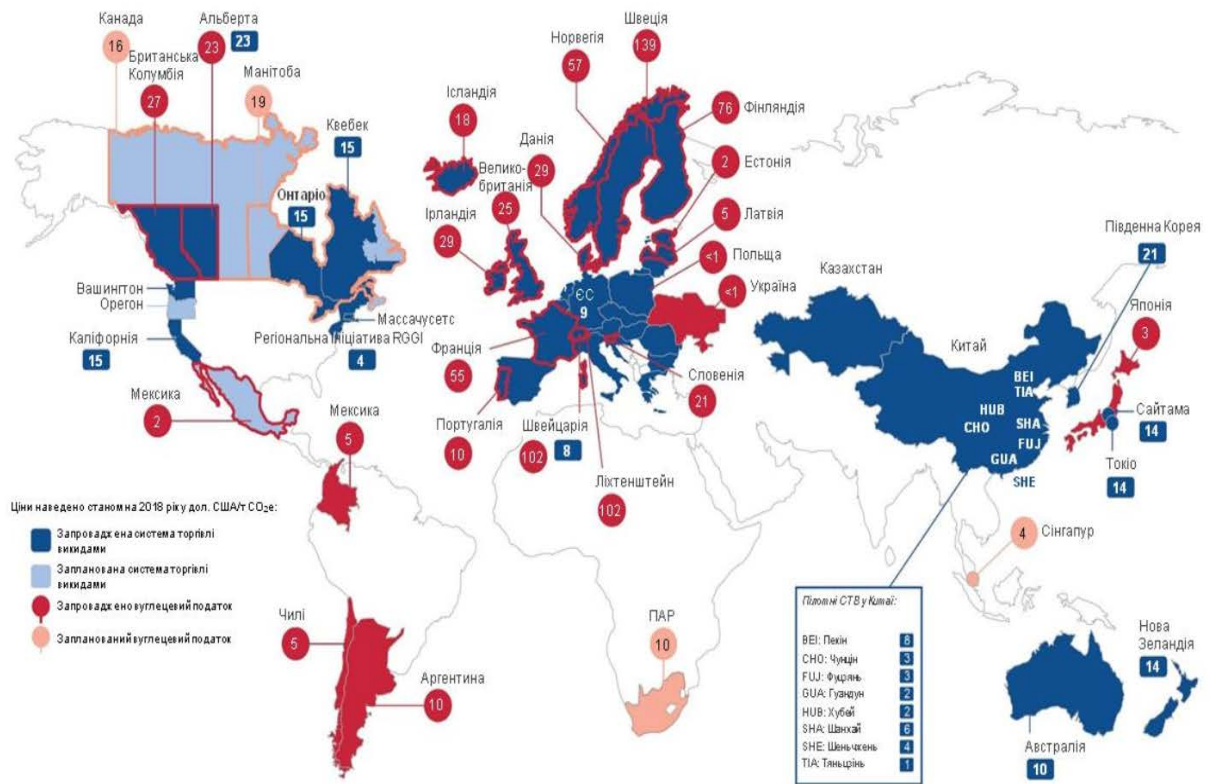


Рис. 6 – Значення ставок вуглецевого екологічного податку (дол. США/т) по основних країнах світу

Табл. 2 – Ставки екологічного податку на викиди CO₂ у різних країнах світу

Країни	Франція	Японія	Велико-британія	Британська Колумбія (Канада)	Латвія	Білорусь
Ставка податку $c_{\text{атм}}$ (з тони CO ₂)	55 дол. США	3 дол. США	25 дол. США	27 дол. США	5 дол. США	30 або 55 євро*
Об'єкт оподаткування	Усі види палива, що не охоплено системою торгівлі викидами ЄС (EU ETS)	Усі види палива (за винятком сільського господарства та внутрішніх авіаперельотів)	Усі підприємства (які поки що включено до системи EU ETS)	Паливо та горючі матеріали, що використовуються для виробництва електричної енергії	Усі види палива, що не охоплено системою EU ETS	Транзитні вантажні автотранспортні засоби (в залежності від їх маси)

* Стягується у вигляді збору за транзит вантажного автотранспортного засобу, частина якого йде на екологічні потреби для усунення наслідків забруднення CO₂.

Табл. 3 – Оцінка вартості шкідливих викидів CO₂ у довкілля за маршрутами перевезень

Маршрут прямування, відстань та розрахункова тривалість і вартість викидів на шляху прямування	Частини маршрутів перевезень територією і-ї держави та вартісна оцінка викидів CO ₂ при перевезенні по ним				Всього
«Вікінг» - поїзд комбінованого транспорту: Литва – Білорусь – Україна	Одеса-Бережесьь (Україна)	Бережесьь-Гудогай (Білорусь*)	Гудогай-Клайпеда (Литва)		
Відстань перевезення, км, при загальній його тривалості $t_{пр} = 59$ год	905	511	350		1766
Вартість для мультимодального перевезення, €/TEU	4,22	-	55,86		60,08
Вартість для автоперевезення, €/TEU	59,53	960,00 *	322,30		381,83
«ZUBR» - контейнерний поїзд: Естонія – Латвія – Білорусь – Україна	Одеса-Бережесьь (Україна)	Бережесьь-Бигосово (Білорусь*)	Бигосово-Валга (Латвія)	Валга – Таллінн (Естонія)	
Відстань перевезення, км, при $t_{пр} = 84$ год	905	637	387	233	2162
Вартість для мультимодального перевезення, €/TEU	4,22	-	4,04	22,07	30,33
Вартість для автоперевезення, €/TEU	59,53	960,00 *	356,37	85,82	501,72
«Хрещатик» - контейнерний поїзд: Одеса-Порт (експ.) – Київ-Ліски	Одеса	Одеса-Київ	Київ-Ліски		
Відстань перевезення, км, при $t_{пр} = 24$ год		697			697
Вартість для мультимодального перевезення, €/TEU	3,72	0,42	3,72		7,85
Вартість для автоперевезення, €/TEU	-	45,85	-		45,85
Контейнерний поїзд: Одеса-Порт (експ.) – Харків-Ліски	Одеса	Одеса-Харків	Харків-Ліски		
Відстань перевезення, км, при $t_{пр} = 23$ год		761			761
Вартість для мультимодального перевезення, €/TEU	3,72	0,44	3,72		7,88
Вартість для автоперевезення, €/TEU	-	50,06	-		50,06

* Оскільки податок стягується у вигляді збору за транзит усього вантажного автотранспортного засобу (див. табл. 2), то цю частину прийнято однаковою, незалежно від виду та відстані перевезення, і її у графі «всього» не враховано.

На рисунку 7 наведено порівняння грошової оцінки плати за шкідливі викиди CO₂ у довкілля. Результати аналізу доводять, що найбільш екологічною, щодо викидів CO₂, є

мультимодальна технологія перевезень контейнерів - у внутрішньому сполученні вона дає економію на екологічному податку у 6,1 рази, а в міжнародному – 9,8 рази. Крім за-

значених факторів, що впливають на забруднення атмосферного повітря, слід враховувати шкідливий вплив транспорту на стан забруднення ґрунту, на шумове забруднення, на стан автошляхів в наслідок експлуатації великовагових автомобілів та погіршення критеріїв безпеки, з точки зору ймовірності наїзду та травмування людини. Це фактори, які сприяють доцільності мінімізації руху автомобільного транспорту за рахунок використання мультимодальних перевезень.

З метою забезпечення прийняття зважених рішень у сфері екологічної стратегії слід підвищити якість оцінки та контролю рівня забруднення атмосфери за рахунок використання методології ForFITS (рис. 8), рекомендованої Європейською економічною комісією ООН (UNECE). ForFITS – це методологія, яка базується на моделі оцінки поточної та майбутньої активності транспорту, а також використання енергії та викидів CO₂ в транспортному секторі [13]. Згідно з методологією

ForFITS, обсяг викидів CO₂ розраховується на підставі врахування повного циклу виробництва і використання палива: викидів при виробництві палива, при його перевезенні та при експлуатації засобів транспорту. Всі результати розраховуються на підставі збору та оцінки даних про кількість транспортних засобів (за видами) що експлуатуються, середньої відстані перевезень пасажирів та вантажів, середнього завантаження засобів транспорту, середнього споживання ним палива тощо. На підставі отриманих даних повинні прийматися обґрунтовані рішення про необхідні екологічні заходи зі зменшення шкідливих викидів, обсяги необхідного фінансування цих заходів, та, як наслідок, про рівень екологічних податків та екологічні вимоги до засобів транспорту.

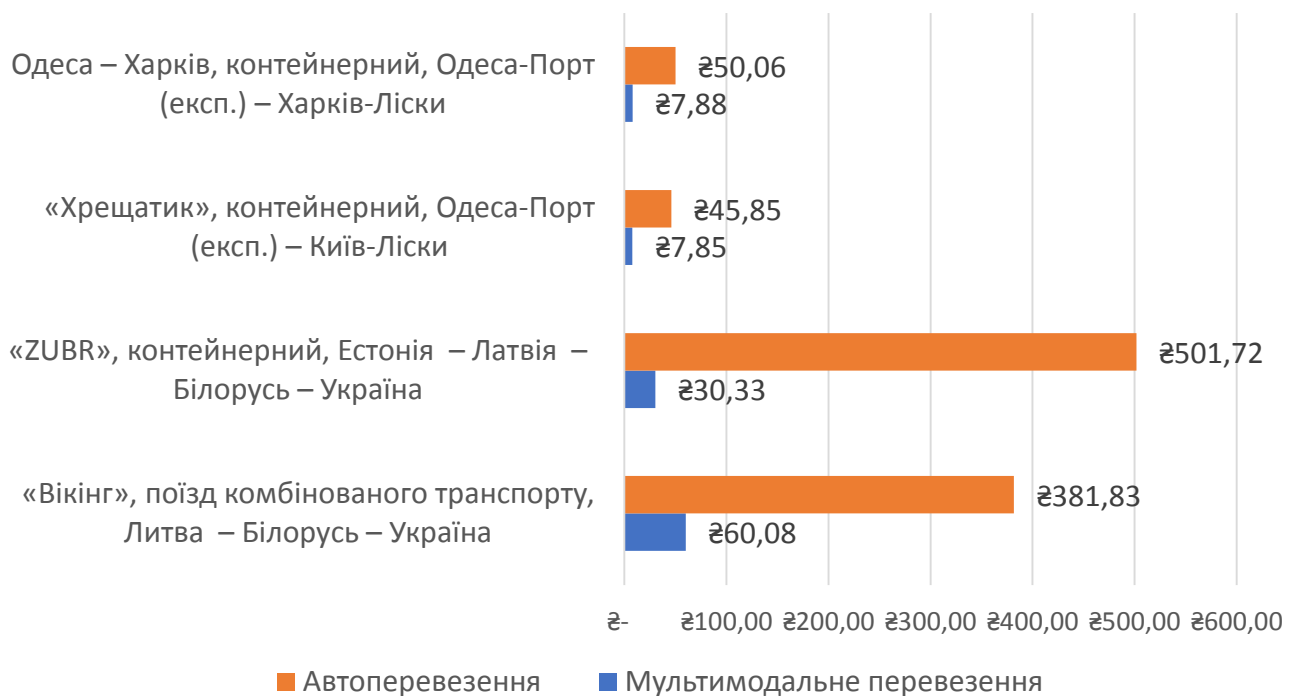


Рис. 7 – Порівняльна грошова оцінка шкідливих викидів CO₂ у довкілля

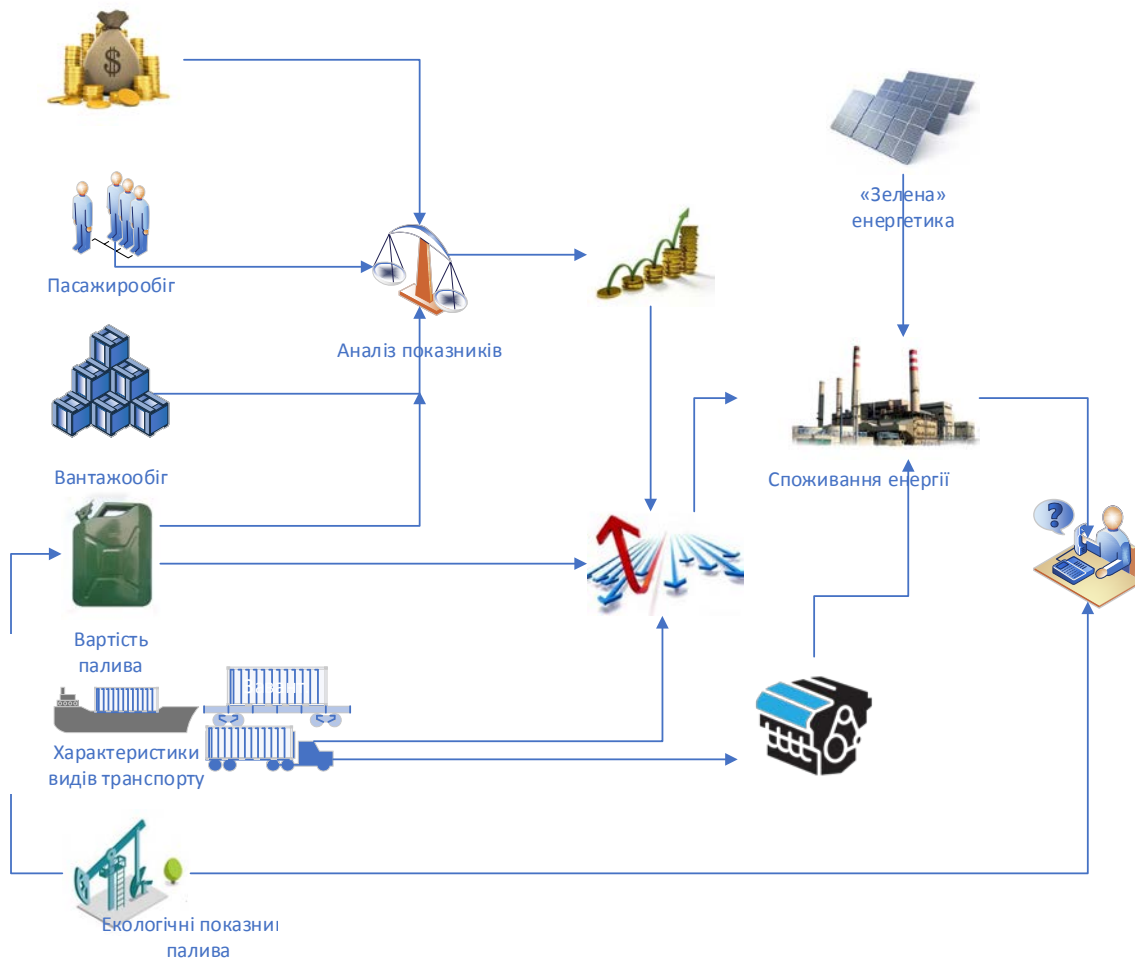


Рис. 8 – Загальна схема зменшення негативного впливу транспорту на довкілля при реалізації методології ForFITS

Висновки

За прогнозом у 2022-2050 роках загальний обсяг викидів CO₂ в секторі перевезень вантажів в Україні збільшиться в 3,9 рази. Зростання обсягу викидів CO₂ на автомобільному та залізничному транспорті до 2050 року складе відповідно 240 і 600 %, які тільки частково будуть залежати від структури виробничої сфери. Впровадженню «зелених» логістичних технологій сприяє впровадження мультимодальних технологій перевезення вантажів. Це дозволяє виділити наступні перспективні напрямки діяльності у цій сфері:

- поступове розширення в цілому по країні мережі логістичних і мультимодальних центрів, починаючи з крупних транспортних вузлів, та впровадження мультимодальних технологій сприятиме зменшенню рівня комплексного індексу забруднення атмосфери у більшості транспортних вузлів на 1..3 %;
- скорочення частки унімодальних автомобільних перевезень, заміщення їх мультимодальними за участю залізничного, а також водного видів транспорту дозволить покращити показники екологічності при перевезенні великої номенклатури вантажів, при цьому за рахунок скорочення кількості рейсів та зменшення шкідливого впливу на довкілля з боку залізниці рівень викидів забруднюючих речовин у атмосферу можливо скоротити майже у 200 разів, а по викидам CO₂ – практично у 300 разів (для однакових обсягів перевезень);

мультимодальними за участю залізничного, а також водного видів транспорту дозволить покращити показники екологічності при перевезенні великої номенклатури вантажів, при цьому за рахунок скорочення кількості рейсів та зменшення шкідливого впливу на довкілля з боку залізниці рівень викидів забруднюючих речовин у атмосферу можливо скоротити майже у 200 разів, а по викидам CO₂ – практично у 300 разів (для однакових обсягів перевезень);

- впровадження спеціалізованих мультимодальних технологій можливо за рахунок застосування енергоощадливих технологій та спрямування економії від екологічних податків у вигляді інвестицій в логістичну інфраструктуру;

- мультимодальна технологія перевезень контейнерів у внутрішньому транспортному сполученні дає економію на екологічному податку у 6,1 рази, а в міжнародному – 9,8 рази, у порівнянні з унімодальною;

- використання для підвищення якості оцінки та контролю рівня забруднення атмосфери методології ForFITS, рекомендованої Європейською економічною комісією ООН (UNECE), є надійним шляхом визначення необхідних екологічних заходів, обсягів їх фінансування та обґрунтування оптимального рівня екологічних податків і сучасних екологічних вимог до засобів транспорту;

- розвиток мультимодальних перевезень в Україні потребує вирішення низки внутрішніх організаційно-правових питань, насамперед здійснення гармонізації національного транспортного законодавства з нормами ЄС, в першу чергу шляхом врахування положень Директиви 92/106/ЄС [5] та вимог стандарту ISO 14001 (ДСТУ ISO 14001) «Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування» [2], що в подальшому забезпечить можливість введення спеціальних екологічних тарифів на перевезення та отримання фінансово-економічної підтримки з боку держави для захисту довкілля;

- розмежування вантажного та пасажирського руху на особливо завантажених залізничних дільницях, а також сезонне застосування мультимодальних технологій доставки вантажів і пасажирів на напрямках зі складними дорожніми умовами або в умовах залізничних станцій з невеликими обсягами роботи («малодіяльні» станції).

Література

1. Стратегія акціонерного товариства «Українська залізниця» на 2019-2023 роки: затв. розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12 червня 2019 р. № 591-р. / Урядовий портал. – 64 с., — Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-pogodzhennya-strategiyi-akcionernogo-tovaristva-ukrayinska-zaliznitsya-na-t120619>.

2. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 14001:2015, ІДТ): ДСТУ ISO 14001:2015. – [Чинний від 2016-07-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 30 с. - (Нац. стандарт України).

3. Проект Закону про мультимодальні перевезення: проект №4258 від 23.10.2020 р. / Верховна Рада України, — Режим доступу: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=70239.

4. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. / Верховна Рада України, — Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>.

5. Про встановлення спільних правил для окремих типів транспортування товарів між державами-членами ЄС: Директива ради 92/106/ЄС / Council Directive 92/106/EEC of 7 December 1992 on the establishment of common rules for certain types of combined transport of goods between Member States // Official Journal of the European Communities. – No. L 368. – 17.12.1992. – P. 38–42, — Режим доступу: <http://data.europa.eu/eli/dir/1992/106/oj>.

6. Терминология комбинированных перевозок / ЕЭК экономического и социального совета ООН TRANS/WP.24/2000/1. – 10-11 апреля 2000, — Режим доступу: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/wp24/documents/wp24-00-1r.pdf>.

7. Dalkmann H. Transport and Climate Change. Module 5e. Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities / H. Dalkmann, C. Brannigan. – Eschborn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 2014. – 86 p., — DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.4286.8009>.

8. Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 827 / Верховна Рада України, — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF>.

9. Основні засади виділення зон якості атмосферного повітря на території України та їх класифікація згідно з вимогами Директив 2004/107/ЄС та 2008/50/ЄС / [М. П. Баштаннік, І. В. Дворецька, Л. М. Онос, М. В. Савенець].- Наукові праці УкрНДГМІ. – 2016. – Вип. 269. – С. 123–137.

10. Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря (1990-2019) / Державна служба статистики, — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

11. Податковий кодекс України: за станом на 28.03.2021 / Верховна Рада України. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.

12. Taxing CO₂ emissions from road transport: Taxing Energy Use 2018. Retrieved April 30, 2019, — Режим доступу: <https://www.compareyourcountry.org/taxing-energy?cr=oced&lg=en&page=1&visited=1>.

13. ForFITS Model – Assessing Future CO₂ Emissions: United Nations Economic Commission for Europe. Sustainable development GOALS, — Режим доступу: <https://unece.org/forfits-model-assessing-future-co2-emissions>.

14. Ломотько Д. В. Інноваційні методи підвищення продуктивності та швидкодії систем контрейлерних перевезень / Д. В. Ломотько, О. М. Красноштан // Науковий Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». – 2021. – Вип. 1 (48). – С. 188-202. DOI: 10.33744/2308-6645-2021-1-48-188-202.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ломотько Денис Вікторович,

д.т.н., професор, завідувач кафедри «Транспортні системи та логістика» Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ).
Майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.
Тел.: +38 057 730 19 55; +38 099 761 00 90.
E-mail: den@kart.edu.ua.
<https://orcid.org/0000-0002-7624-2925>.

Огар Олександр Миколайович,

д.т.н., професор, завідувач кафедри «Залізничні станції та вузли» УкрДУЗТ.
Майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.
Тел.: +38 057 730 10 42.
E-mail: ZSV2020@kart.edu.ua;
<https://orcid.org/0000-0003-1967-5828>.

Козодой Дмитро Сергійович,

к.т.н., доцент кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» УкрДУЗТ.
Майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.
Тел.: +38 057 730 10 56.
E-mail: Dmitry_1980@ukr.net;
<https://orcid.org/0000-0003-3615-1815>.

Байдіна Катерина Сергіївна,

аспірант кафедри «Транспортні системи

та логістика» УкрДУЗТ.

Майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.

Тел.: +38 057 730 19 55.

E-mail: katerina.baydina96@gmail.com;

<https://orcid.org/0000-0001-9939-123X>.

Ломотько Микола Денисович,

аспірант кафедри «Залізничні станції та вузли» УкрДУЗТ.

Майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.

Тел.: +38 057 730 10 42.

E-mail: ZSV2020@kart.edu.ua;

<https://orcid.org/0000-0003-0294-2686>.