

Український державний університет залізничного транспорту  
Міністерства освіти і науки України

Український державний університет залізничного транспорту  
Міністерства освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

ЛОМОТЬКО МИКОЛА ДЕНИСОВИЧ

УДК 656.223

## ДИСЕРТАЦІЯ

# УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ В УМОВАХ КОНКУРЕТНОГО СЕРЕДОВИЩА

275 – транспортні технології

27 – транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



М.Д. Ломотько

Науковий керівник

ОГАР Олександр Миколайович,  
доктор технічних наук, професор

Харків – 2023

## АНОТАЦІЯ

*Ломотько М.Д.* Удосконалення технології доставки вантажів залізничним транспортом в умовах конкурентного середовища. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 – «Транспортні технології (на залізничному транспорті)». – Український державний університет залізничного транспорту, МОН України, Харків, 2023.

Дисертацію присвячено вирішенню наукового завдання удосконалення технології доставки вантажів залізничним транспортом в умовах конкурентного середовища шляхом врахування наявності компаній-перевізників та визначення раціональних параметрів ланцюга постачання вантажів на основі «зеленої» логістики. Це сприятиме підвищенню якості послуг з перевезення вантажів на залізничному транспорті за рахунок формування для вантажовідправників конкурентних пропозицій з транспортування на основі недискримінаційного доступу до інфраструктури, сучасної обґрунтованої тарифної політики, застосування ефективних рішень з автоматизації технологічних процесів та екологічного підходу до технології перевезень на основі «зеленої» логістики.

У *вступі* доведено актуальність обраної теми, наведено загальну характеристику роботи, особистий внесок здобувача та апробацію результатів дослідження, показано зв'язок роботи з науковими темами та програмами, сформувано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, викладено методи досліджень та положення наукової новизни, обґрунтовано практичне значення отриманих результатів.

У *першому* розділі дисертаційної роботи проведено аналіз статистичних даних обсягів та середньої відстані перевезення вантажів залізничним транспортом України за останній період. На основі аналізу статистичних даних виявляється поточний стан справ в акціонерному товаристві (АТ) «Укрзалізниця». Проведено стислий аналіз основних напрямків наукових досліджень у сфері експлуатації залізниць, з описом суміжних до теми дисертації напрямків наукової діяльності із зазначенням їх авторів.

Проведено аналіз досліджень в області удосконалення технології залізничних перевезень на основі логістичних принципів з зазначенням технологічної системи, основної функції системи та напрямком реструктуризації. Відзначається, що впровадження логістичних принципів до технології перевезень потребує врахування інтересів усіх учасників перевезення та формування сучасних інформаційно-керуючих систем та систем підтримки прийняття рішень (СППР). В основу досліджень покладено системний підхід як один із основних наукових методів в області управління залізничними станціями та перевезеннями вантажів. В якості прикладів формування конкурентного середовища на ринку залізничних вантажних перевезень розглянуто особливості реформування структури управління на Французькій, Німецькій та Польській залізницях. Розглядаються особливості функціонування зазначених залізничних компаній як систем доставки, аналізується їх досвід, переваги та недоліки структури управління. Як світовий тренд виявлено, що конкурентне середовище на транспортному ринку формується наявністю компаній-перевізників. Наводиться стан, тенденції та перспективи застосування «зеленої» логістики у світі. Визначено основні вимоги українських вантажовласників до їх транспортного обслуговування у процесі перевезень вантажів, основними стримуючими факторами щодо забезпечення конкурентних переваг та якості надання залізничних послуг. На основі світового досвіду ефективної взаємодії держави із залізничними компаніями-перевізниками описано важливість положень директив 91/440/ЄЕС та 95/19/ЄС, оскільки вони є основними документами для допущення на ринок перевезень компаній-перевізників та впровадження конкуренції в залізничну галузь. Проаналізовано низку робіт вітчизняних фахівців в сфері залізничної галузі, які спрямовано на всебічний розвиток наукових основ функціонування залізничного та інших видів транспорту та відображають важливість безперебійної роботи залізничної галузі, особливо під час воєнного стану. У роботах, зокрема, розглянуто проблемні технологічні питання залізниць, що виникають у процесі впливу монопольного становища в залізничній галузі України на конкурентне середовище. Проводиться аналіз досліджень в області формування «зелених» логістичних технологій на транспорті, де зазначається загальна екологічна ситуація на

залізничному транспорті, національна транспортна стратегія України та зарубіжний досвід з розвитку «зеленої» логістики. Аналізуються статистичні дані по «зеленій» логістиці, розподіл викидів у атмосферу України забруднюючих речовин та праці фахівців, які мають схожі напрямки досліджень.

У другому розділі на основі закордонного досвіду запропоновано удосконалити систему доставки вантажів залізничним транспортом в умовах конкурентного середовища. Описано технічний склад інфраструктури з наведенням оцінки капіталовкладень у будівництво, та надається перелік рухомого складу залізничних компаній-перевізників. В роботі надається удосконалена технологія доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками, що повинна здійснюватися на основі розрахованих раціональних добових планів перевезень з урахуванням замовленої вантажовідправником швидкості доставки. Запропоновано організаційну структуру управління залізничної компанії-перевізника для кожної філії уявного полігону. Формалізовано логістичну систему доставки вантажів залізничною компанією-перевізником із функціональним описом вказаної системи, який базується на множині факторів, що впливають на величину витрат компанії-перевізника. До основних факторів віднесено вартість перевезення вантажів, маршрути їх доставки, кількість зупинок і тривалість простою поїздів на залізничних станціях філій компанії-перевізника. Розроблено технологічні графіки формування, розформування та обслуговування поїздів на станції філії компанії-перевізника, причому враховано можливість за бажанням вантажовласника обрати швидкість доставки вантажу від станції відправлення до станції призначення, впливаючи таким чином на вартість доставки вантажу. На основі системного підходу сформовано наукові підходи до формування системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником шляхом урахування оцінки значення екологічного критерію та обмежень на кількість зупинок поїздів та тривалість їх простою на залізничних станціях філій компанії-перевізника. Зазначається стан системи у момент часу та надаються обмеження на керований, квазікерований та некерований впливи системи.

Розроблено багатокритеріальну динамічну модель розрахунку раціональних технологічних параметрів системи доставки вантажів в умовах конкурентного

середовища. Реалізація цієї моделі дозволить мінімізувати витрати компанії-перевізника наростаючим підсумком за розрахунковий період, а також підвищити гнучкість формування вартості доставки вантажів. Зменшення цієї вартості для окремих вантажовідправників сприятиме збільшенню клієнтів компанії-перевізника, що в свою чергу покращить конкурентне середовище на ринку вантажних залізничних перевезень. Модель передбачає розрахунок на кожен добу розрахункового періоду раціональних маршрутів доставки вантажів, кількостей зупинок для причеплення груп вагонів і тривалості простою поїздів на залізничних станціях філій компанії-перевізника. Це дозволить сформувати ефективну автоматизовану технологію функціонування компанії-перевізника, що забезпечить передумови подальшого її розвитку.

У *третьому* розділі здійснено формування ланцюга постачання вантажів на основі екологічного критерію із застосуванням «зеленої» логістики за участю залізниць на прикладі мультимодальних перевезень із наведенням структурно-логічної схеми здійснення унімодальних та мультимодальних перевезень контейнерних вантажів. Надано порівняння технологічних та екологічних показників існуючих напрямків курсування контейнерних поїздів «Вікінг», «ZUBR», Країни ЄС – Китай, «Хрещатик», Одеса – Харків із метою застосування аналогічних технологій на дослідному полігоні в умовах застосування елементів «зеленої» логістики. Особлива увага приділяється оцінці шкідливих викидів у повітря при перевезенні TEU (twenty-foot equivalent unit) різними видами транспорту. Запропоновано оцінку значення екологічного критерію при унімодальному та мультимодальному перевезенні, що розраховується як вартісна величина шкоди від негативного впливу двоокису вуглецю на атмосферне повітря. Сформовано нечіткий екологічний критерій при перевезенні вантажів різними видами транспорту у вигляді векторної функції приналежності лінгвістичних змінних при наявності маршрутизації перевезень та обмежень на кількість зупинок поїздів, тривалість їх простою на залізничних станціях філій компанії-перевізника. Його подальше використання покладено в основу системи підтримки прийняття рішень вибору параметрів та складових мультимодального логістичного ланцюга шляхом оцінки впливу

екологічності кожної ланки з використанням лінгвістичних змінних та отримання на їх базі нечітких висновків.

Сформовано модель ланцюга постачання вантажів у контейнерах на основі «зеленої» логістики з урахуванням нечіткого екологічного критерію та з наведенням для прикладу схеми полігону формування ланцюга постачання вантажів у контейнерах. За наведеним полігоном доопрацьована економіко-математична модель двоетапної транспортної задачі цілочисельного програмування, де цільова функція відповідає пошуку найбільш економічного плану перевезень контейнерів з урахуванням нечіткого екологічного критерію. З метою забезпечення прийняття зважених рішень у сфері екологічної стратегії слід підвищити якість оцінки та контролю рівня забруднення атмосфери за рахунок використання методології ForFITS (For Future Inland Transport Systems), яка базується на моделі оцінки поточної та майбутньої активності транспорту. Наведено структуру операційної діяльності компанії-перевізника та фактори, що впливають на екологічну ефективність.

В *четвертому* розділі наведено реалізацію та оцінку показників удосконаленої технології доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками на базі системи підтримки прийняття рішень диспетчера-логіста компанії-перевізника (СППР-ДЛ). Дане програмне забезпечення розраховує вартість перевезення для кожного вантажовідправника, ймовірний час прибуття поїзда на станцію призначення, маршрут та відстань, яку подолає поїзд на умовному полігоні. Таким чином формується оптимальний план добової роботи залізничної компанії-перевізника. Запропоновано схему автоматизації управління процесом функціонування залізничної компанії-перевізника в умовах інформаційної взаємодії із АСК ВП УЗ-Є (Єдина автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці). З метою визначення ефективності технології доставки вантажів компаніями-перевізниками в умовах конкуренції проведено порівняння технологічних показників на підставі результатів моделювання на дослідному умовному полігоні. Встановлено, що для поїзду, що прямує за певним маршрутом та з однаковою кількістю вагонів, вартість вагоно-кілометру пробігу вагону суттєво відрізняється при виконанні перевезення АТ Укрзалізниця та компанією-

перевізником. Цю різницю обумовлено наявністю у складі АТ Укрзалізниця великої кількості недіючого рухомого складу, малодіяльної інфраструктури та великого штату працівників. Доведено можливість отримання скорочення експлуатаційних витрат компанії-перевізника на рівні 9...38% в залежності від маршруту прямування та швидкості доставки вантажу. Підтверджено невідповідність умовам конкурентного транспортного ринку стягнення АТ Укрзалізниця плати за користування вагонами у діючому обсязі на відстані перевезення понад 400 км. На підставі розрахунків та моделювання технолого-економічних показників варіантів доставки вантажів компанією-перевізником визначено загальну вартість оптимального плану перевезень компанією-перевізником та побудовано поверхню відгуку. Показано, що із реальних варіантів доставки вантажу зі станції відправлення до станції призначення раціональним буде такий, який має загальну тривалість простою поїздів на станціях філій не більш, ніж 45 хв., з однією зупинкою на шляху прямування. При цьому кількість груп вагонів від різних вантажовідправників в одному маршруті поїзда складає не більш шести. З урахуванням значень нечіткого екологічного критерію зроблено кількісну та вартісну оцінку шкідливих викидів CO<sub>2</sub> у довкілля за існуючими маршрутами перевезень. Результатом розрахунків моделі ланцюга постачання вантажів у контейнерах на основі «зеленої» логістики стала двоетапна транспортна задача цілочисельного програмування із нечіткими критеріями перевезення вантажів на дослідному полігоні.

Оцінка якості та перевірка на адекватність результатів моделювання зроблено за допомогою критерію Дарбина-Уотсона. Встановлено також, що параметри моделі статистично значущі. Значення помилки апроксимації 6,46% отримано шляхом порівняння натурних даних та результатів моделювання, що свідчить про задовільну якість знайденої моделі. Перевірка із використанням зазначених методів довела адекватність та точність запропонованих моделей. За рахунок впровадження запропонованої автоматизованої технології перевезень у вигляді СППР-ДЛ прогнозується покращення екологічних показників на величину до 15%, збільшення обсягів перевезення вантажів на 2...5% від існуючих обсягів, а також очікується

скорочення експлуатаційних витрат на формування відправки вантажів на рівні 3...11%.

У загальних висновках підсумовано виконання завдань досліджень і констатовано досягнення мети, а у додатках наведено додаткові матеріали.

**Ключові слова:** залізничний транспорт, компанія-перевізник, «зелена» логістика, методологія, інтермодальні перевезення, нечітка логіка, оператор залізничної інфраструктури, логістика розподілу, графік руху поїздів, моделювання руху поїздів, доставка вантажів.

## ABSTRACT

*Lomotko M.D.* Improving the technology of cargo delivery by rail in a competitive environment. - Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 275 – Transport technologies (by rail transport). – Ukrainian State University of Railway Transport of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2023.

The dissertation is dedicated to addressing the scientific task of improving freight delivery technology by rail transport in a competitive environment by considering the presence of carrier companies and determining rational parameters of the supply chain based on "green" logistics. This will contribute to enhancing the quality of freight transportation services by rail by forming competitive transportation proposals for shippers through non-discriminatory access to infrastructure, modern justified tariff policies, application of effective solutions for automation of technological processes, and an ecological approach to transportation based on "green" logistics.

*In the introduction* establishes the relevance of the chosen topic and provides a general overview of the work, the personal contribution of the researcher, and the validation of research results. It also demonstrates the connection of the work with scientific themes and programs, formulates the purpose, tasks, object and subject of the research, outlines research methods and scientific novelty, and substantiates the practical significance of the obtained results.



*In the first chapter* of the dissertation, an analysis of statistical data on the volumes and average distances of freight transportation by rail in Ukraine over the recent period is conducted. Based on the analysis of statistical data, the current state of affairs in the joint-stock company "Ukrzaliznytsia" is revealed. A brief analysis of the main directions of scientific research in the field of railway operation is presented, along with a description of the areas of scientific activity related to the topic of the dissertation, indicating their authors.

The research has included an analysis in the field of improving railway transportation technology based on logistic principles, specifying the technological system, the primary function of the system, and the direction of restructuring. It is noted that the implementation of logistic principles into transportation technology requires consideration of the interests of all transportation participants and the establishment of modern information management systems and decision support systems (DSS). The foundation of the research is based on a systematic approach as one of the primary scientific methods in the management of railway stations and freight transportation. The study examines the specifics of reformation management structures in the French, German, and Polish railways as examples of creating a competitive environment in the market for railway freight transportation. It also explores the functioning specifics of these railway companies as delivery systems, analyzing their experiences, as well as the advantages and disadvantages of their management structures. As a global trend, it has been identified that the competitive environment in the transportation market is shaped by the presence of carrier companies. The current state, trends, and prospects of applying "green" logistics worldwide are outlined. The primary requirements of Ukrainian cargo owners for their transportation services during freight transportation are defined, along with the main constraining factors in ensuring competitive advantages and the quality of railway services. Drawing on global experience, the effective interaction of the state with railway carrier companies underscores the importance of Directives 91/440/EEC and 95/19/EEC as fundamental documents for admitting carrier companies to the transportation market and introducing competition into the railway sector. Moreover, a series of works by domestic experts in the railway industry aimed at the comprehensive development of the scientific foundations for the operation of railways and other modes of transportation are analyzed, reflecting the importance of uninterrupted

railway operation, particularly during wartime. In their works, they particularly address the problematic technological issues of the Ukrainian railways that arise from the influence of the monopolistic state of the railway sector in Ukraine on the competitive environment. They analyze studies on the formation of "green" logistics technologies in transportation, noting the overall ecological situation in rail transport, Ukraine's national transport strategy, and foreign experience in developing "green" logistics. They also analyze statistical data on "green" logistics, the distribution of emissions into the atmosphere of Ukraine's polluting substances, and the work of professionals with similar research directions.

*In the second chapter*, based on foreign experience, it is suggested to improve the freight delivery system by rail in a competitive environment. The technical composition of the infrastructure is described, including an assessment of capital investment in construction, and a list of rolling stock of railway carriers is provided. The paper presents an improved technology for freight delivery by railway carriers, which should be based on calculated rational daily transport plans, taking into account the speed of delivery ordered by the shipper. The organizational structure of the management of the railway carrier company for each branch of the imaginary training ground is proposed. The logistics system for freight delivery by the railway carrier is formalized, with a functional description of the system based on a set of factors influencing the company's expenses. The main factors include the cost of transporting goods, delivery routes, the number of stops, and the duration of train idle time at the railway stations of the carrier company's branches. Technological schedules for train formation, disbandment, and servicing at the station of the carrier company's branch have been developed, taking into account the shipper's option to choose the delivery speed from the departure station to the destination station, thereby influencing the cost of freight delivery. Scientific approaches to forming a freight delivery system by the railway carrier have been developed based on a systemic approach, considering the assessment of the ecological criterion's significance and constraints on the number of train stops and their idle duration at the railway stations of the carrier company's branches. The system's current state is noted at a given time, and limitations on controlled, quasi-controlled, and uncontrolled system influences are provided.

A multi-criteria dynamic model has been developed to calculate the rational technological parameters of the freight delivery system in a competitive environment. Implementing this model will minimize the carrier company's expenses cumulatively over the calculation period and increase the flexibility of determining the cost of freight delivery. Reducing this cost for individual shippers will contribute to increasing the carrier company's client base, thereby improving the competitive environment in the railway freight transport market. The model involves calculating rational delivery routes, the number of stops for coupling wagon groups, and the idle duration of trains at the railway stations of the carrier company's branches for each day of the calculation period. This will enable the development of an efficient automated technology for the carrier company, laying the groundwork for its further development.

*In the third section,* a supply chain has been developed based on ecological criteria using "green" logistics involving railways, illustrated through multimodal transportation, and presenting a structural-logical scheme for unimodal and multimodal transportation of containerized goods. A comparison of the technological and ecological indicators of existing routes for the circulation of container trains such as "Viking," "ZUBR," EU countries - China, "Khreshchatyk," Odessa - Kharkiv has been provided to apply similar technologies at a test site under the conditions of implementing elements of "green" logistics. Special attention is given to evaluating harmful air emissions during the transportation of TEUs (twenty-foot equivalent units) by different modes of transport. An assessment of the ecological criterion's significance in unimodal and multimodal transportation is proposed, calculated as the cost of the damage from the negative impact of carbon dioxide on the atmospheric air. A fuzzy ecological criterion has been formulated for the transportation of goods by various modes of transport in the form of a vector function of membership linguistic variables, considering the presence of transportation routing and limitations on the number of train stops and the duration of their idle time at the railway stations of the carrier company's branches. Its further utilization forms the basis of a decision support system for selecting parameters and components of the multimodal logistics chain by assessing the ecological impact of each link using linguistic variables and deriving fuzzy conclusions based on them.

A supply chain model for goods in containers has been Formed based on "green" logistics, considering a fuzzy ecological criterion and providing an example of a supply chain formation scheme for containerized goods. The economic-mathematical model of a two-stage integer programming transportation problem has been refined based on the provided proving ground. The objective function seeks the most economical plan for transporting containers, considering the fuzzy ecological criterion. To ensure informed decisions in the ecological strategy domain, it is essential to enhance the quality of assessment and atmospheric pollution control through the application of the ForFITS (For Future Inland Transport Systems) methodology, based on the assessment model of current and future transport activities. The operational structure of the carrier company and factors influencing ecological efficiency are detailed.

*In the fourth section*, the implementation and evaluation of the improved freight delivery technology by railway carriers based on the decision support system of the carrier company's dispatcher-logisticians (DSS-DL) are presented. This software calculates the transportation cost for each shipper, the estimated arrival time of the train at the destination station, the route, and the distance the train will cover on an imaginary polygon, thereby forming the optimal daily plan for the railway carrier's operations. A scheme for automating the management of the railway carrier's operations process under the conditions of informational interaction with the Unified Automated Control System for Freight Transportation of Ukrainian Railways (ACS FT UZ-U) is proposed. To determine the efficiency of freight delivery technology by carriers in a competitive environment, a comparison of technological indicators based on simulation results on a test conditional polygon has been conducted. It has been determined that for a train traveling along a specific route with the same number of wagons, the cost of wagon-kilometer significantly differs when transportation is conducted by "Ukrzaliznytsia" and a carrier company. This difference is attributed to the presence of a large amount of inactive rolling stock, low-density infrastructure, and a large workforce within "Ukrzaliznytsia". The potential for reducing the operational costs of the carrier company by 9 to 38% has been demonstrated, depending on the route and delivery speed. The inadequacy of "Ukrzaliznytsia" foreclosure fees for wagon usage within the current scope over distances exceeding 400 km on the

conditions of the competitive transport market has been confirmed. Based on calculations and modeling of techno-economic indicators for the delivery options by the carrier company, the overall cost of the optimal transportation plan has been determined, and a response surface has been constructed. It has been shown that among the realistic delivery options from the departure station to the destination station, the rational one is characterized by a total idle time at the branch stations not exceeding 45 minutes, with one stop along the route. In this context, the number of wagon groups from various freight forwarders on a single route does not exceed six. Taking into account the value of the fuzzy environmental criterion, a quantitative and cost assessment of harmful CO<sub>2</sub> emissions into the environment has been made for existing transport routes. The result of the supply chain model calculations for containerized cargo based on "green" logistics has led to a two-stage transportation problem involving integer programming with fuzzy transport criteria at a research proving ground.

The quality assessment and validation of the modeling results were performed using the Durbin-Watson criterion. It was also established that the model parameters are statistically significant. An approximation error value of 6.46% was obtained by comparing actual data with modeling results, indicating satisfactory model quality. The verification using these methods confirmed the adequacy and accuracy of the proposed models. The implementation of the proposed automated transport technology in the form of a DSS-DL is forecasted to improve environmental indicators by up to 15%, increase cargo transportation volume by 2 to 5% from existing levels, and is expected to reduce operating costs on the formation of shipment of goods at the level 3 to 11%.

In the overall conclusions, the completion of research tasks and the achievement of the target are summarized, and additional materials are provided in the appendices.

**Keywords:** railway transport, carrier company, green logistics, methodology, intermodal transportation, fuzzy logic, railway infrastructure operator, distribution logistics, train movement schedule, train movement modeling, cargo delivery.

## Список публікацій здобувача

**Основні наукові праці:**

*Публікації у науковому фаховому виданні України категорії “Б”, що включене до міжнародних наукометричних баз:*

1. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. Перспективи «зеленої» логістики при використанні контейнерних та контрейлерних перевезень України. *Залізничний транспорт України*. 2021. №1. С. 11-21. DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-11-22.

2. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Байдіна К.С., Ломотько М.Д. Екологічні аспекти застосування «зеленої» логістики при мультимодальних вантажних перевезеннях. *Залізничний транспорт України*. 2021. №2. С. 49-62. DOI: 10.34029/2311-4061-2021-139-2-49-62.

3. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. «Зелена» логістика, як основа покращення екологічних показників вантажних мультимодальних перевезень. *Залізничний транспорт України*. 2021. №3. С. 16-28. DOI: 10/34029/2311-4061-2021-140-3-16-28.

4. Ломотько М.Д. Дослідження показників, пов'язаних з часом знаходження транзитного поїзда з переробкою на сортувальній станції. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2022. № 2. С. 11-22. DOI: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v27i2.259708>

5. Ломотько М.Д. Формування ланцюга постачання вантажів у контейнерах на основі «зеленої» логістики. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. № 1. С. 44-51. DOI: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v28i1.276347>

6. Ломотько Д.В., Огар О.М., Ломотько М.Д., Афанасова О.Ф. Моделювання залізнично-автомобільного ланцюга постачання вантажів на основі «зеленої» логістики. *Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту*. Харків, 2023. Вип. 205. С. 98-110. DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.205.2023.288832>

7. Огар О.М., Ломотько Д.В., Шелехань Г.І., Ломотько М.Д. Формування системного підходу до організації доставки вантажів залізничною компанією-перевізником регіонального типу. *Збірник наукових праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень»*. Дніпро, 2023. Вип. 26. С. 61-67. DOI: <https://doi.org/10.15802/tsst2023/293354>

**Праці апробаційного характеру:**

8. Ischuka, O., Lomotko, D., Lomotko, M. Logistics Approach in Energy-Efficient Technology for Shunting Work at the Marshalling Station. *Transport Means - Proceedings of the International Conference*. Proceedings of the 26th International Scientific Conference. Lithuania, Kaunas, 5-7 October, 2022. Kaunas, 2022. P. 431-436. Doi: <https://doi.org/10.5755/e01.2351-7034.2022.P1>. (видання індексується у базі Scopus).

9. Lomotko, D., Ohar, O., Kozodoi, D., Barbashyn, V., Lomotko, M. Efficiency of "Green" Logistics Technologies in Multimodal Transportation of Dangerous Goods. *Smart Technologies in Urban Engineering*. 2022. Vol 536. P. 831-841. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7\\_74](https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_74) (видання індексується у базі Scopus).

10. Ischuka, O., Lomotko, D., Lomotko, M. Choosing the Optimal Variant for Shunting Operations Using the Logistic Approach at Marshalling Station. *Transport Means - Proceedings of the International Conference*. Proceedings of the 27th International Scientific Conference. Lithuania, Palanga, 4-6 October, 2023. Palanga, 2023. P. 766–771. DOI: <https://doi.org/10.5755/e01.2351-7034.2023.P2> (видання індексується у базі Scopus).

11. Lomotko D., Ohar O., Kozodoi D., Barbashyn V., Lomotko M. Prospects for the use “green” logistics as a safety factor in multimodal transportation of dangerous goods. *AIP Conference Proceedings*. 31 May 2023. Vol 2684, Issue 1: 020008. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0120066>

12. Ломотько М.Д. Автоматизація обробки місцевих вагонів на сортувальній станції. *Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку* : наукове видання II Всеукраїнська конференція молодих вчених. Дніпро, 17 грудня 2020 р. С. 346-352.

13. Ломотько М.Д., Огар О.М. Шляхи удосконалення автоматизованої логістичної системи управління залізничними станціями. *Інтелектуальні технології управління транспортними процесами* : збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції, м. Харків, 17 листопада 2020 р. Харків, 2020. С. 11-12.

14. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. До питання актуальності контрейлерних перевезень в Україні. *Прикладні науково-технічні дослідження* : матеріали V міжнар. наук.-прак. конф., м. Івано-Франківськ, 5-7 квітня 2021 р. Івано-Франківськ, 2021. С. 393-395.

15. Ломотько Д.В., Байдіна К.С., Ломотько М.Д. Перспективні напрямки розвитку транспортних систем залізниць на базі принципів інтеперабельності. *Автомобільний транспорт та інфраструктура* : матеріали IV міжнар. наук.-прак. конф., м. Київ, 21–23 квітня 2021 р. Київ, 2021 С. 46-48.

16. Mykola Lomotko, Andriy Prokhorchenko, Svetlana Donets. Formation of the passenger orientation system on the platforms of railway stations in Ukraine. *Young researchers in the global world : achievements and challenges* : VII forum for young researchers. Kharkiv, 23 April, 2021. Kharkov, 2021. P. 38-40.

17. Ломотько Д.В., Огар О.М., Байдіна К.С., Ломотько М.Д. Застосування «зеленої» логістики та вимог стандарту ISO 14001 при мультимодальних вантажних перевезеннях. *Управління якістю в освіті та промисловості : досвід, проблеми та перспективи* : тези доповідей V міжнародної науково-практичної конференції, м. Львів, 20-21 травня 2021 року. Львів, 2021. С. 149-150.

18. Lomotko D.V., Ogar O.M., Kozodoy D.S., Lomotko M.D. Improving the efficiency of container and trailer transportation in ukraine through the use of “green” logistics. *Інтелектуальні транспортні технології* : 2-а міжнародна науково-технічна конференція, м. Харків, 27-29 квітня 2021 р. Харків, 2021. С. 52-53.

19. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. Перспективи «зеленої» логістики при мультимодальних перевезеннях за участю залізниць.



*Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика* : Сімнадцятої науково-практичної міжнародної конференції, м. Харків, 3 - 4 червня 2021 р. Харків, 2021. С. 76-79.

20. Ломотько Д.В., Арсененко Д.В., Ломотько М.Д. Удосконалення логістичного управління технічними засобами транспортування зернових вантажів залізницями. *Аграрна галузь сучасної України : проблеми та перспективи розвитку*: Збірник матеріалів I міжнародної науково-практичної конференції, м. Слов'янськ, 14 травня 2021 р. Слов'янськ, 2021. С. 349 – 352.

21. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Барабашин В.В., Ломотько М.Д. Перспективи застосування «зеленої» логістики при мультимодальних перевезеннях небезпечних вантажів. *Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті* : Тези доповідей 9-ї міжнародної науково-технічної конференції, м. Харків, 17-19 листопада 2021. Харків, 2021. С. 48 – 50.

22. Ломотько Д.В., Арсененко Д.В., Ломотько М.Д. Main directions of development of railways systems based on the principles of interoperability. *Sustainable Development : Modern Theories and Best Practices* : Materials of the Monthly International Scientific and Practical Conference, Estonia, Tallinn, 31 March -1 April, 2022. Estonia, Tallinn. 2022. P. 99 – 101.

23. Ломотько Д.В., Ковальов Д.Д., Ломотько М.Д., Напрямки удосконалення технології залізничних контейнерних перевезень у сучасних умовах. *Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems* : Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Кропивницький, 13-15 квітня 2022 р. Кропивницький, 2022. С. 111-113.

24. Ломотько Д.В., Ковальов Д.Д., Ломотько М.Д. Деякі питання удосконалення транспортної логістики у сучасний період. *Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи* : збірник наукових праць конференції, м. Дніпро, 23 червня 2022 р. Дніпро, 2022. С. 82-85

25. Огар О.М., Ломотько М.Д. Аналіз систем доставки вантажів компаніями-перевізниками Французької залізниці (SNCF Réseau) *Автомобільний транспорт та*

*інфраструктура* : Збірник тез доповідей V міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ 21-23 вересня 2022 р. Київ, 2022. С. 19 -22

26. Іщука О., Ломотько Д.В., Ломотько М.Д. Логістичний підхід в енергоефективній технології маневрової роботи на сортувальній станції. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустриальні центри та корпоративна логістика* : Матеріали 18-ї науково-практичної міжнародної конференції, м. Харків, 2-3 червня 2022. Харків, 2022. С. 145-148.

27. Огар О.М., Tomaszewski F., Ломотько М.Д., Аналіз систем доставки вантажів компаніями-перевізниками Польської залізниці. *Інтелектуальні транспортні технології* : Тези доповідей 3-ї міжнародної науково-технічної конференції, м. Харків, 22-23 листопада 2022 р. Харків, – 2022. С. 167-168.

28. Ломотько Д.В., Афанасова О.Ф., Ломотько М.Д., Щука О. М. Формування інтелектуальної системи вирішення задачі оптимізації розподілу залізничного тягового рухомого складу. *Інтелектуальні Транспортні Системи : Екологія, Безпека, Якість, Комфорт* : Збірник тез доповідей міжнародної наукової конференції, м. Київ, 30 листопада 2022. Київ, 2022. С. 88-89.

29. Ломотько Д.В., Огар О.М., Ломотько М.Д. Перспективні напрямки розвитку транспортних систем залізниць на базі «зеленої логістики». *Автомобільний транспорт та інфраструктура* : Збірник тез доповідей VI міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 19-21 вересня 2023 р. Київ, 2023. С. 37–40.

30. Lomotko M.D., Ogar O.M., Lomotko D.V. Formation technology of cargo delivery in containers based on the ecological principles of "green" logistics. *Sustainable Development : Modern Theories and Best Practices* : Materials of the Monthly International Scientific and Practical Conference, Estonia, Tallinn, 28-29 April, 2023. Estonia, Tallinn. 2022. P. 171-173.

31. Lomotko D., Ogar O., Kozodoy D., Barbashyn V. Lomotko M. Prospects for application of "green" logistics in cargo transportation by rail transport. *The fourth industrial revolution and innovative technologies dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of the national leader Heydar Aliyev : The proceedings of the international scientific-practical conference*, Azerbaijan, Ganja, 3-4 May 2023. Azerbaijan, Ganja. 2023. P. 263-264.

32. Ломотько Д. В., Огар О. М., Ломотько М. Д. Аналіз перспектив застосування «зеленої» логістики при перевезеннях вантажів залізничним транспортом. *Авіація, промисловість, суспільство* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кременчук, 18 трав. 2023 р.) Харків, 2023 С. 425-428.

33. Ломотько Д. В., Огар О. М., Ломотько М. Д. Удосконалення технології доставки вантажів у контейнерах на принципах «зеленої» логістики. *Транспортні технології та безпека дорожнього руху* : Збірник тез доповідей Четвертої всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Запоріжжя, 13–14 квітня 2023 р. Запоріжжя, 2023. С. 17-19.

34. Ломотько Д. В., Огар О. М., Ломотько М. Д. Формалізація технології мультимодальних залізничних перевезень на основі «зеленої» логістики. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика* : Матеріали 19-ї науково-практичної міжнародної конференції, м. Харків, 1-2 червня 2023 р. Харків, 2023. С. 148-151.

35. Ломотько Д. В., Огар О. М., Ломотько М. Д. Передумова лібералізації залізничної галузі України. *Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи* : Збірник наукових праць XV міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 20 червня 2023 р. Київ, 2023. С. 99 – 104

36. Огар О. М., Ломотько М. Д. Формування технології доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками регіонального типу. *Інтелектуальні транспортні технології* : Тези доповідей 4-ї міжнародної науково-технічної конференції. м. Харків, 27-28 листопада 2023 р. Харків, 2023. С. 257-258.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	25
ВСТУП	27
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДІЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЦЯМИ	34
1.1. Аналіз основних показників роботи залізниць в сучасних умовах	34
1.1.1. Аналіз основних експлуатаційних показників транспортного процесу залізниць України	34
1.1.2. Основні напрямки вирішення проблем організації транспортного процесу залізниць України та інших країн	37
1.2. Аналіз основних напрямків наукових досліджень в сфері експлуатації залізниць	37
1.3. Аналіз досліджень в області удосконалення технології залізничних перевезень на основі логістичних принципів	41
1.4. Аналіз досвіду формування конкурентної структури системи доставки вантажів залізницями	43
1.4.1. Аналіз вимог вантажовласників до транспортного обслуговування	43
1.4.2. Особливості структури управління залізничною компанією-перевізником за кордоном	45
1.5. Структура управління Французької залізничної компанії (SNCF Réseau)	46
1.6. Структура управління Польської залізничної компанії Polskie Koleje Państwowe Spółka Akcyjna (PKP SA)	49
1.7. Структура управління Німецької залізничної компанії Deutsche Bahn AG	51
1.8. Аналіз можливості перетворення структури управління залізничним транспортом України з урахуванням компаній-перевізників	52
1.9. Аналіз наукових підходів до розрахунку та оптимізації	

	21
технологічних параметрів систем доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками	54
1.10. Аналіз досліджень в області формування «зелених» логістичних технологій на транспорті	56
1.10.1. Основні напрямки формування «зелених» логістичних технологій на залізницях України та інших країн	56
1.10.2. Аналіз наукових досліджень в сфері формування «зелених» логістичних технологій на залізницях	59
1.11. Висновки до першого розділу	63
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМИ КОМПАНІЯМИ-ПЕРЕВІЗНИКАМИ</b>	66
2.1. Обґрунтування вибору напрямку досліджень процесу доставки вантажів залізничним транспортом	66
2.2. Удосконалення структури та інфраструктури системи доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками	67
2.2.1. Формування структури управління вітчизняними залізницями в умовах конкурентного середовища	67
2.2.2. Інфраструктура та рухомий склад залізничної компанії-перевізника	71
2.3. Технологія доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками	72
2.3.1. Організаційна структура компанії-перевізника	72
2.3.2. Технологія роботи залізничної компанії-перевізника	75
2.3.3. Швидкості та терміни доставки вантажів залізничною компанією-перевізником	76
2.4. Формування системного підходу до організації доставки вантажів в умовах конкретного середовища	78
2.5. Розробка багатокритеріальної динамічної моделі розрахунку раціональних технологічних параметрів системи доставки вантажів в умовах конкурентного середовища	85

	22
2.6. Висновки до другого розділу	97
РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ ВАНТАЖІВ НА ОСНОВІ «ЗЕЛЕНОЇ» ЛОГІСТИКИ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЦЬ	100
3.1. Формування «зеленої» логістичної технології перевезень на залізничному полігоні та її оптимізація	100
3.1.1. Створення передумов формування системи управління залізничним перевезеннями з урахуванням вимог «зеленої» логістики	100
3.1.2. Формування системи управління залізничним перевезеннями з урахуванням вимог «зеленої» логістики на прикладі мультимодальних перевезень	101
3.1.3. Характеристика полігону дослідження та технології транспортування із застосуванням елементів «зеленої» логістики на прикладі мультимодальних перевезень компанії-перевізника	104
3.2. Оцінка екологічного критерію за основними маршрутами мультимодальних поїздів при перевезенні TEU різними видами транспорту	107
3.3. Формування нечіткого екологічного критерію при перевезенні вантажів декількома видами транспорту	113
3.4. Формування моделі ланцюга постачання вантажів у контейнерах компанією-перевізником на основі «зеленої» логістики	116
3.5. Оцінка якості та система контролю забруднюючого впливу на довкілля при перевезенні вантажів різними видами транспорту	120
3.6. Висновки до третього розділу	122
РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМИ КОМПАНІЯМИ-ПЕРЕВІЗНИКАМИ	124

	23
4.1. Формування автоматизованої системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником	124
4.2. Визначення та аналіз результатів розрахунку раціональних технологічних параметрів системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізника	131
4.3. Визначення та аналіз результатів розрахунку постачання вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні на основі «зеленої» логістики	136
4.3.1. Кількісна оцінка шкідливих викидів з урахуванням значень нечіткого екологічного критерію	136
4.3.2. Результати розрахунків моделі ланцюга постачання вантажів у контейнерах на основі «зеленої» логістики	141
4.4. Оцінка якості та адекватності результатів моделювання	144
4.4.1. Вибір показників, що характеризують якість та адекватність результатів моделювання	144
4.4.2. Перевірка на адекватність результатів моделювання постачання вантажів компанією-перевізником у внутрішньому сполученні в умовах конкуренції	146
4.4.3. Перевірка на адекватність результатів моделювання постачання вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні на основі «зеленої» логістики	150
4.5. Висновки до четвертого розділу	150
ВИСНОВКИ	154
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	160
Додаток А Структури управління закордонними та вітчизняними залізницями	177
Додаток Б Вартість будівництва залізничної станції	182
Додаток В «Зведена таблиця готовності» залізничної компанії-перевізника	183
Додаток Г Структура та функціонал залізничної компанії-перевізника	186
Додаток Д Графіки виконання технологічних операцій на станціях	

	24
відправлення і призначення філій компанії-перевізника та пунктах навантаження-вивантаження	187
Додаток Е Аналіз показників деяких видів транспорту	194
Додаток Ж Аналіз ставок екологічних податків в Україні та за кордоном	196
Додаток И Результати розрахунку та моделювання технолого-економічних показників варіантів доставки вантажів	198
Додаток К Процедура формування нечіткого екологічного критерію	201
Додаток Л Вихідні дані та рішення двоетапної транспортної задачі з нечіткими критеріями перевезення контейнерів на дослідному полігоні з урахуванням екологічного критерію	204
Додаток М Розрахунки перевірки на адекватність результатів моделювання показників постачання вантажів компанією-перевізником у внутрішньому сполученні в умовах конкуренції	211
Додаток Н Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації	222
Додаток П Акти впровадження	231



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. Перспективи «зеленої» логістики при використанні контейнерних та контрейлерних перевезень України. *Залізничний транспорт України*. 2021. №1. С. 11-21. DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-11-22
2. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Байдіна К.С., Ломотько М.Д. Екологічні аспекти застосування «зеленої» логістики при мультимодальних вантажних перевезеннях. *Залізничний транспорт України*. 2021. №2. С. 49-62. DOI: 10.34029/2311-4061-2021-139-2-49-62
3. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. «Зелена» логістика, як основа покращення екологічних показників вантажних мультимодальних перевезень. *Залізничний транспорт України*. 2021. №3. С. 16-28. DOI: 10/34029/2311-4061-2021-140-3-16-28
4. Ломотько М.Д. Дослідження показників, пов'язаних з часом знаходження транзитного поїзда з переробкою на сортувальній станції. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2022. № 2. С. 11-22. DOI: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v27i2.259708>
5. Ломотько М.Д. Формування ланцюга постачання вантажів у контейнерах на основі «зеленої» логістики. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. № 1. С. 44-51. DOI: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v28i1.276347>
6. Ломотько Д.В., Огар О.М., Ломотько М.Д., Афанасова О.Ф. Моделювання залізнично-автомобільного ланцюга постачання вантажів на основі «зеленої» логістики. *Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту*. Харків, 2023. Вип. 205. С. 98-110. DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.205.2023.288832>

7. Огар О.М., Ломотько Д.В., Шелехань Г.І., Ломотько М.Д. Формування системного підходу до організації доставки вантажів залізничною компанією-перевізником регіонального типу. *Збірник наукових праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень»*. Дніпро, 2023. Вип. 26. С. 61-67. DOI: <https://doi.org/10.15802/tsst2023/293354>
8. Ischuka, O., Lomotko, D., Lomotko, M. Logistics Approach in Energy-Efficient Technology for Shunting Work at the Marshalling Station. *Transport Means - Proceedings of the International Conference*. Proceedings of the 26th International Scientific Conference. Lithuania, Kaunas, 5-7 October, 2022. Kaunas, 2022. P. 431-436. Doi:10.5755/e01.2351-7034.2022.P1
9. Lomotko, D., Ohar, O., Kozodoi, D., Barbashyn, V., Lomotko, M. Efficiency of "Green" Logistics Technologies in Multimodal Transportation of Dangerous Goods. *Smart Technologies in Urban Engineering*. 2022. Vol 536. P. 831-841. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7\\_74](https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_74)
10. Lomotko D., Ohar O., Kozodoi D., Barbashyn V., Lomotko M. Prospects for the use "green" logistics as a safety factor in multimodal transportation of dangerous goods. *AIP Conference Proceedings*. 31 May 2023. Vol 2684, Issue 1: 020008. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0120066>
11. Ischuka, O., Lomotko, D., Lomotko, M. Choosing the Optimal Variant for Shunting Operations Using the Logistic Approach at Marshalling Station. *Transport Means - Proceedings of the International Conference*. Proceedings of the 27th International Scientific Conference. Lithuania, Palanga, 4-6 October, 2023. Palanga, 2023. P. 766–771.
12. Ломотько М.Д. Автоматизація обробки місцевих вагонів на сортувальній станції. *Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку* : наукове видання II Всеукраїнська конференція молодих вчених. Дніпро, 17 грудня 2020 р. С. 346-352.
13. Ломотько М.Д. Огар О.М. Шляхи удосконалення автоматизованої логістичної системи управління залізничними станціями. *Інтелектуальні технології управління транспортними процесами* : збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції, м. Харків, 17 листопада 2020 р. Харків, 2020. С. 11-12.

14. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. До питання актуальності контрейлерних перевезень в Україні. *Прикладні науково-технічні дослідження* : матеріали V міжнар. наук.-прак. конф., м. Івано-Франківськ, 5-7 квітня 2021 р. Івано-Франківськ, 2021. С. 393-395.

15. Ломотько Д.В., Байдіна К.С., Ломотько М.Д. Перспективні напрямки розвитку транспортних систем залізниць на базі принципів інтегрованості. *Автомобільний транспорт та інфраструктура* : матеріали IV міжнар. наук.-прак. конф., м. Київ, 21–23 квітня 2021 р. Київ, 2021 С. 46-48.

16. Mykola Lomotko, Andriy Prokhorchenko, Svetlana Donets. Formation of the passenger orientation system on the platforms of railway stations in Ukraine. *Young researchers in the global world : achievements and challenges : VII forum for young researchers*. Kharkiv, 23 April, 2021. Kharkov, 2021. P. 38-40.

17. Ломотько Д.В., Огар О.М., Байдіна К.С., Ломотько М.Д. Застосування «зеленої» логістики та вимог стандарту ISO 14001 при мультимодальних вантажних перевезеннях. *Управління якістю в освіті та промисловості : досвід, проблеми та перспективи* : тези доповідей V міжнародної науково-практичної конференції, м. Львів, 20-21 травня 2021 року. Львів, 2021. С. 149-150.

18. Lomotko D.V., Ogar O.M., Kozodoy D.S., Lomotko M.D. Improving the efficiency of container and trailer transportation in ukraine through the use of “green” logistics. *Інтелектуальні транспортні технології* : 2-а міжнародна науково-технічна конференція, м. Харків, 27-29 квітня 2021 р. Харків, 2021. С. 52-53.

19. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. Перспективи «зеленої» логістики при мультимодальних перевезеннях за участю залізниць. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика* : Сімнадцятої науково-практичної міжнародної конференції, м. Харків, 3 - 4 червня 2021 р. Харків, 2021. С. 76-79.

20. Ломотько Д.В., Арсененко Д.В., Ломотько М.Д. Удосконалення логістичного управління технічними засобами транспортування зернових вантажів залізницями. *Аграрна галузь сучасної України : проблеми та перспективи розвитку* : Збірник матеріалів I міжнародної науково-практичної конференції, м. Слов'янськ, 14 травня 2021 р. Слов'янськ, 2021. С. 349 - 352

21. Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Барабашин В.В., Ломотько М.Д. Перспективи застосування «зеленої» логістики при мультимодальних перевезеннях небезпечних вантажів. *Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті* : Тези доповідей 9-ї міжнародної науково-технічної конференції, м. Харків, 17-19 листопада 2021. Харків, 2021. С. 48 – 50.

22. Ломотько Д.В., Арсененко Д.В., Ломотько М.Д. Main directions of development of railways systems based on the principles of interoperability. *Sustainable Development : Modern Theories and Best Practices* : Materials of the Monthly International Scientific and Practical Conference, Estonia, Tallinn, 31 March -1 April, 2022. Estonia, Tallinn. 2022. P. 99 – 101.

23. Ломотько Д.В., Ковальов Д.Д., Ломотько М.Д., Напрямки удосконалення технології залізничних контейнерних перевезень у сучасних умовах. *Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems* : Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Кропивницький, 13-15 квітня 2022 р. Кропивницький, 2022. С. 111-113

24. Ломотько Д.В., Ковальов Д.Д., Ломотько М.Д. Деякі питання удосконалення транспортної логістики у сучасний період. *Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи* : збірник наукових праць конференції, м. Дніпро, 23 червня 2022 р. Дніпро, 2022. С. 82-85

25. Огар О.М., Ломотько М.Д. Аналіз систем доставки вантажів компаніями-перевізниками Французької залізниці (SNCF Réseau). *Автомобільний транспорт та інфраструктура* : Збірник тез доповідей V міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ 21-23 вересня 2022 р. Київ, 2022. С. 19 -22

26. Іщука О., Ломотько Д.В., Ломотько М.Д. Логістичний підхід в енергоефективній технології маневрової роботи на сортувальній станції. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика* : Матеріали 18-ї науково-практичної міжнародної конференції, м. Харків, 2-3 червня 2022. Харків, 2022. С. 145-148.

27. Огар О.М., Tomaszewski F., Ломотько М.Д., Аналіз систем доставки вантажів компаніями-перевізниками Польської залізниці. *Інтелектуальні транспортні технології* : Тези доповідей 3-ї міжнародної науково-технічної конференції, м. Харків, 22-23 листопада 2022 р. Харків, – 2022. С. 167-168.

28. Ломотько Д.В., Афанасова О.Ф., Ломотько М.Д., Щука О. М. Формування інтелектуальної системи вирішення задачі оптимізації розподілу залізничного тягового рухомого складу. *Інтелектуальні Транспортні Системи : Екологія, Безпека, Якість, Комфорт* : Збірник тез доповідей міжнародної наукової конференції, м. Київ, 30 листопада 2022. Київ, 2022. С. 88-89.

29. Ломотько Д.В., Огар О.М., Ломотько М.Д. Перспективні напрямки розвитку транспортних систем залізниць на базі «зеленої логістики». *Автомобільний транспорт та інфраструктура* : Збірник тез доповідей VI міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 19-21 вересня 2023 р. Київ, 2023. С. 37–40.

30. Lomotko M.D., Ohar O.M., Lomotko D.V. Formation technology of cargo delivery in containers based on the ecological principles of "green" logistics. *Sustainable Development : Modern Theories and Best Practices* : Materials of the Monthly International Scientific and Practical Conference, Estonia, Tallinn, 28-29 April, 2023. Estonia, Tallinn. 2022. P. 171-173.

31. Lomotko D., Ohar O., Kozodoy D., Barbashyn V. Lomotko M. Prospects for application of "green" logistics in cargo transportation by rail transport. *The fourth industrial revolution and innovative technologies dedicated to the 100th anniversary of the national leader Heydar Aliyev* : The proceedings of the international scientific-practical conference, Azerbaijan, Ganja, 3-4 May 2023. Azerbaijan, Ganja. 2023. P. 263-264.

32. Ломотько Д. В., Огар О. М., Ломотько М. Д. Аналіз перспектив застосування «зеленої» логістики при перевезеннях вантажів залізничним транспортом. *Авіація, промисловість, суспільство* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кременчук, 18 трав. 2023 р.) Харків, 2023 С. 425-428.

33. Ломотько Д. В., Огар О. М., Ломотько М. Д. Удосконалення технології доставки вантажів у контейнерах на принципах «зеленої» логістики. *Транспортні технології та безпека дорожнього руху* : Збірник тез доповідей Четвертої всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Запоріжжя, 13–14 квітня 2023 р. Запоріжжя, 2023. С. 17-19.

34. Ломотько Д. В., Огар О. М., Ломотько М. Д. Формалізація технології мультимодальних залізничних перевезень на основі «зеленої» логістики. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика* : Матеріали 19-ї науково-практичної міжнародної конференції, м. Харків, 1-2 червня 2023 р. Харків, 2023. С. 148-151.

35. Ломотько Д. В., Огар О. М., Ломотько М. Д. Передумова лібералізації залізничної галузі України. *Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи* : Збірник наукових праць XV міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 20 червня 2023 р. Київ, 2023. С. 99 – 104

36. Огар О. М., Ломотько М. Д. Формування технології доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками регіонального типу. *Інтелектуальні транспортні технології* : Тези доповідей 4-ї міжнародної науково-технічної конференції. м. Харків, 27-28 листопада 2023 р. Харків, 2023. С. 257-258.

37. Про транспорт: Закон України від 10.11.1994 р. №233/94. Дата оновлення: 28.04.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/232/94-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 02.05.2023).

38. Про залізничний транспорт. Закон України від 04.07.1996 р. за №273/96. Дата оновлення: 19.12.2021. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 06.01.2023).

39. Про особливості утворення публічного акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування. Закон України від 23.02.2012 р. №4442-VI. Дата оновлення: 06.01.2018 р. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/4442-17> (дата звернення 18.01.2023).

40. Транспорт України 2020: Статистичний збірник / за ред. І. Петренко. Київ: Державна служба статистики України, 2021. 116 с.

41. АТ Укрзалізниця. *Офіційний сайт* : веб-сайт. URL: <https://uz.gov.ua/> (дата звернення 20.01.2023).

42. Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки. *Стратегія-2* : веб-сайт URL: <https://bit.ly/3kiKGgL> (дата звернення 04.01.2023).

43. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року. Закон України від 30.05.2018 р. №430-р. Дата оновлення: 03.05.2023 р. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80> (дата звернення 04.06.2023).

44. Кірпа Г.М. Інтеграція залізничного транспорту України в Європейську транспортну систему : монографія. Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2004. 248 с.

45. Infrastructure Finance, PPPs & Guarantees. *The World Bank* : веб-сайт URL: <https://ppi.worldbank.org/en/snapshots/sector/railways> (дата звернення 04.10.2020)

46. Бараш Ю.С. Управління залізничним транспортом країни : монографія. Дніпро : НУЗТ, 2006. 252 с.

47. Гудкова В.П., Тютюн Ю.О. Структурно-функціональний аналіз державного регулювання розвитку залізничного транспорту. *Серія Економіка і управління* : збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Запоріжжя, 2015. Вип. 33. С. 70–77.

48. Дикань В.Л., Данько І., Кондратюк М.В. Удосконалення організаційної структури залізничного комплексу України в сучасних умовах: монографія. Харків: УкрДАЗТ, 2010. 190 с.

49. Овчиннікова В. О. Особливості державного регулювання розвитку залізничного транспорту в Україні. *Економіка і суспільство*. Мукачеве, 2017. Вип. 12. С. 129-135.

50. Ейтутис Г. Д. Теоретико-практичні основи реформування залізниць України : монографія. Ніжин : ТОВ Видавництво «Аспект- Поліграф», 2009. 240 с.

51. Дикань В.Л. Обеспечение конкурентоспособности железнодорожного транспорта как основной составляющей его экономической безопасности. *Вісник Одеського національного університету. Економіка*. Одеса, 2016. Т.21. Вип. 1 С. 82-85.

52. Дейнека О .Г. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку підприємств залізничного транспорту. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. Харків, 2013. Вип. 135. С.131-135.

53. Артюшин Л.М., Зиатдинов Ю.К., Попов И.А., Харченко А.В. Большие технические системы: проектирование и управление. / ред. И.А. Попова. Харків : Факт, 1997. 400 с.

54. Бутько Т.В, Лаврухін О.В. Удосконалення технології організації перевезень в умовах невизначеності на основі раціонального використання засобів транспорту. *Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту*. Донецьк, 2006. Вип. 8. С. 21-29.

55. Бобровский В.И., Козаченко Д.Н. Интегрированные модели железнодорожных станций. *Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті*. 2002. № 4, 5 (додаток). с. 22-23.

56. Бутько Т.В., Данько М.І., Сіконенко Г.М. Оптимізація роботи мережі залізниць на основі раціонального розподілу сортувальної роботи. *Коммунальное хозяйство городов*. Харків, 2004. Вип 58. С.196-200.

57. Бутько Т.В., Лаврухін О.В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії нечітких множин. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2004. № 7. с. 16-19.

58. Qi Y.X., Harrod S., Psaraftis H.N., Lang M. Transport service selection and routing with carbon emissions and inventory costs consideration in the context of the Belt and Road Initiative. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2022. Vol. 159, Article 102630. DOI:10.1016/j.tre.2022.102630



59. Ломотько Д. В., Обухова А. Л., Сеніва І. В. Аналіз перспективних напрямків використання контейнерних та контрейлерних перевезень в Україні. *Залізничний транспорт України*. 2015. № 5. С. 65-71.

60. Ломотько Д.В. Формування транспортного процесу залізниць України на базі логістичних принципів : дис. ...д-ра. тех. наук : 05.22.01. Харків, 2008. 356 с.

61. Ломотько Д. В., Красноштан О. М. Інноваційні методи підвищення продуктивності та швидкодії систем контрейлерних перевезень. *Науковий Вісник Національного транспортного університету*. Київ. 2021. Вип. 1 (48). С. 188-202. DOI: 10.33744/2308-6645-2021-1-48-188-202

62. Клосс Д. Логистика. интегрированная цепь поставок : підручник. Москва : Олимп-Бизнес, 2010. 640 с.

63. Джонсон Дж. Современная логистика. : підручник. Москва : Издательский дом “Вильямс”, 2002. 624 с.

64. Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок : підручник. Санкт-Петербург : Питер, 2004. 316 с.

65. Железнодорожная реформа в Польше: как возник свободный рынок. *Центр транспортних стратегій* : веб-сайт. URL: [https://cfts.org.ua/articles/zheleznodorozhnaya\\_reforma\\_v\\_polshe\\_kak\\_voznik\\_svobodnyy\\_rynok\\_732](https://cfts.org.ua/articles/zheleznodorozhnaya_reforma_v_polshe_kak_voznik_svobodnyy_rynok_732) (дата звернення: 02.02.2023).

66. Deutsche Bahn. *Deutsche Bahn* : Official site. URL: <https://www.bahn.de/>

67. Who we are. *SNCF Group* : Official site. URL: <https://www.sncf.com/en/group/profile-and-key-figures/about-us/who-we-are> (дата звернення: 03.04.2023).

68. Аналіз прикладів SNCF Réseau. Реформа залізниць. Збірник матеріалів щодо підвищення ефективності сектора залізниць. *Всемирный банк*. м. Вашингтон, округ Колумбія, 2017. Вип. №2. С. 687-702. URL: <https://olc.worldbank.org/system/files/Full%20Russian%20RailToolkit.pdf>. (дата звернення: 02.04.2023).

69. Пенькова К., Кривінчук Ю., Прядко К. Моделі функціонування залізничних перевезень. Огляд іноземного досвіду. *Інформаційна довідка, підготовлена Європейським інформаційно дослідницьким центром на запит народного депутата України*. 2017. URL: <https://infocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/29219.pdf>. (дата звернення: 06.04.2023).

70. Экспансия РКР Cargo: как польский ж/д оператор завоевывает Центральную Европу. *Центр транспортної стратегії* : веб-сайт. URL: [https://cfts.org.ua/articles/ekspansiya\\_pkr\\_cargo\\_kak\\_polskiy\\_zhd\\_operator\\_zavoevyvayut\\_tsentralnuyu\\_evropu\\_935](https://cfts.org.ua/articles/ekspansiya_pkr_cargo_kak_polskiy_zhd_operator_zavoevyvayut_tsentralnuyu_evropu_935) (дата звернення: 08.04.2023).

71. Реформа залізниць. Збірник матеріалів щодо підвищення ефективності сектора залізниць. *Всемирный банк*. м. Вашингтон, округ Колумбія, 2017. Вип. №2. 766 с. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/ar/616111469672194318/pdf/69256-RUSSIAN-REVISED-RR-Toolkit-RU-New-2017-12-28.pdf>. (дата звернення: 12.04.2023).

72. Модель корпоративного управління та цільової організаційної структури АТ «Українська залізниця». *Міністерство інфраструктури України* : веб-сайт. URL: <https://www.slideshare.net/Ministerstvo/v-49267881> (дата звернення: 18.04.2023).

73. Directive 91/440/EEC. Eur-lex.europa.eu. *EUR-Lex* : Official site. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31991L0440>. (Last accessed: 25.04.2023).

74. Directive 95/19/EC. Eur-lex.europa.eu. *EUR-Lex* : Official site. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31995L0019>. (Last accessed: 25.04.2023).

75. Прохорченко А. В. Залізничні системи з вертикальним розділенням. Європейська модель. Дніпро : ЛІРА, 2022. 316 с.

76. Ломотько Д. В., Балака Є. І., Резуненко М. Є. Визначення оптимальної кількості вагонів у маршрутних поїздах. *Залізничний транспорт України*. 2019. № 4. С. 4-12.

77. Данько М.І., Дикань В.Л., Якименко Н.В. Забезпечення конкурентоспроможності промислових підприємств України в умовах міжнародних транспортних коридорів : монографія. Харків : УкрДАЗТ, 2008. 170 с.
78. Кизим А., Кабертай Дж. Современные тренды «зеленой» логистики в условиях глобализации. *Логистика*. 2013. № 1. С. 46-49.
79. Dalkmann H. Transport and Climate Change. Module 5e. *Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities*. Eschborn, Germany. 2014. 86 p., DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.4286.8009>.
80. Palanivelu P., Dhawan M. Green Logistics. *White Paper Tata Consulting Systems (TCS)* : Official site URL: [https://www.academia.edu/28094615/Green\\_Logistics\\_Whitepaper](https://www.academia.edu/28094615/Green_Logistics_Whitepaper) (Last accessed: 01.05.2023).
81. Дьомін Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення): монографія. Київ : Юнікон-Прес, 2001. 341 с.
82. Компанія DB Schenker. *DB Schenker* : Офіційний сайт. URL: <https://www.dbschenker.com/ua-uk/> (дата звернення: 12.05.2023).
83. Green Cargo Road & Logistics AB. *Green Cargo* : Офіційний сайт. URL: <https://www.greencargo.com/> (дата звернення: 12.05.2023).
84. Deutsche PostDHL. *DHL* : Офіційний сайт. URL: <https://www.dhl.com/ua-uk/> (дата звернення: 15.05.2023).
85. United Parcel Service of America, Inc. *UPS* : Офіційний сайт. URL: <https://www.aircargo.ups.com/> (дата звернення: 15.05.2023).
86. Kawasaki Kisen Kaisha, Ltd. *K-LINE* : Офіційний сайт. URL: <https://www.kline.co.jp/> (дата звернення: 20.05.2023).
87. Біла книга Європейської Комісії – план розвитку єдиного європейського транспортного простору - на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи. *Видавничий центр Європейського Союзу в Люксембурзі*. 2011 28 с. DOI: 10.2832/30955
88. Sagevik. Transport and Climate Change. *International Union of Railways* : Official site URL: [http://www.rtcc.org/2007/html/soc\\_transport\\_uic.html](http://www.rtcc.org/2007/html/soc_transport_uic.html). (Last accessed: 12.11.2022).

89. Taxing CO<sub>2</sub> emissions from road transport. *Taxing Energy Use 2019* : Official site URL: <https://www.compareyourcountry.org/taxing-energy?cr=oced&lg=en&page=1&visited=1>. (Last accessed: 30.04.2023).

90. Sims R., R. Schaeffer, F. Creutzig and etc. Transport. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. *Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 05 February, 2015. Cambridge and New York, 2015. P. 599-670. Doi: 10.1017/CBO9781107415416.005

91. Tuchschnid M. Carbon Footprint of High-Speed Railway Infrastructure (Pre-Study). *Methodology and Application of High Speed Railway Operation of European Railways* : Official site URL: [http://uic.asso.fr/IMG/pdf/carbon\\_footprint\\_of\\_high\\_speed\\_rail\\_infrastructure\\_pre-study.pdf](http://uic.asso.fr/IMG/pdf/carbon_footprint_of_high_speed_rail_infrastructure_pre-study.pdf). (Last accessed: 11.09.2022).

92. Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря (1990-2019). *Державна служба статистики* : Офіційний сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

93. Про мультимодальні перевезення : Закон України від 17.11.2021 р. № 1887-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1887-20>.

94. Directive 92/106/EEC. Eur-lex.europa.eu. *EUR-Lex* : Official site. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1992/106/oj>. (Last accessed: 27.04.2023).

95. Matteo Muratori, Steven J. Smith at etc. Role of the Freight Sector in Future Climate Change Mitigation Scenarios. *Environmental Science & echnology*. 2017. Т. 6, Vol 51, P. S1-S24. DOI: 10.1021/acs.est.6b04515

96. Holmström J., Gutowski T. Additive manufacturing in operations and supply chain management: No sustainability benefit or virtuous knock-on opportunities? *Journal of Industrial Ecology*. 2017. Т. 21. №. S1. P. S21-S24. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12580>

97. Yang Y.L., Zhang J., Sun W.J., Yun P. Research on NSGA-III in Location-routing-inventory problem of pharmaceutical logistics intermodal network J. *Intell. Fuzzy Syst.* 2021.Т 1, Vol 41 P. 699-713. DOI:10.3233/JIFS-202508

98. Li L., Zhang Reducing X. CO2 emissions through pricing, planning, and subsidizing rail freight Transport. *Res. Transport Environ.* 2020. Vol 87, Article 102483, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102483>

99. Zhang X., Lin Z., Crawford C., Li S. Techno-economic comparison of electrification for heavy-duty trucks in China by 2040. *Transport. Res. Part D-Transport Environ. Times.* 2022. Vol 102, Article 103152, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103152>

100. Jensen A.F., Thorhauge M., Jong G.D., Rich J., Dekker T., Johnson D. A disaggregate freight transport chain choice model for Europe *Transp. Res. Pt. e-Logist. Transp. Rev.* 2019. Vol 121. P. 43-62, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.10.004>

101. Григорак М.Ю., Савченко Л.В. Концептуальні основи розвитку реверсивної логістики в циркулярній економіці. *Приазовський економічний вісник.* 2018. Випуск 5(10). С. 78–84 URL: [http://rev.kpu.zp.ua/journals/2018/5\\_10\\_uk/15.pdf](http://rev.kpu.zp.ua/journals/2018/5_10_uk/15.pdf) (дата звернення: 20.05.2023).

102. Мельникова Н.В., Янченко Н.В. Показники оцінки прямого і зворотного матеріальних потоків промислового підприємства. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва.* 2018. С. 98–112. DOI: <https://doi.org/10.30977/PPB.2226-8820.2018.20.0.98>

103. Матейчик В.П. Смешек М., Хрутьба В.О. Застосування логістичних підходів в системі поводження з відходами транспортного підприємства. *Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія.* 2011. Вип. 8. С. 139–144. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal\\_2011\\_8\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2011_8_38) (дата звернення: 21.05.2023).

104. Wang, F. et al. The Best-of-2-Worlds philosophy: developing local dismantling and global infrastructure network for sustainable e-waste treatment in emerging economies. *Waste Management.* 2012. Vol. 32, p. 2134–2146. DOI: 10.1016/j.wasman.2012.03.029

105. Огар О.М., Крячко К.В., Пестременко-Скрипка О.С., Таратушка К.В. Розрахунок будівельної вартості залізничних станцій : методичні вказівки. Харків : УкрДУЗТ, 2016. 46 с.

106. Види й типи організаційних структур та умови їх ефективного застосування. *Підручники* : веб-сайт. URL: [https://pidru4niki.com/10880405/menedzhment/vidi\\_tipi\\_organizatsiynih\\_struktur\\_umovi\\_efektivnogo\\_zastosuvannya](https://pidru4niki.com/10880405/menedzhment/vidi_tipi_organizatsiynih_struktur_umovi_efektivnogo_zastosuvannya) (дата звернення: 23.05.2023).

107. Поїзний диспетчер. *Професії за напрямками* : веб-сайт. URL: <https://porprofessii.in.ua/uk/poezdnoj-dispetcher> (дата звернення: 25.05.2023).

108. Про затвердження Правил технічної експлуатації міжгалузевого промислового залізничного транспорту України : Наказ МТУ від 01.10.2009 р. № 1014. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/re17182?an=1026> (дата звернення: 27.05.2023).

109. Про затвердження Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України : Наказ МТУ від 31.08.2005 р. №507 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0507650-05#Text> (дата звернення: 27.05.2023).

110. Технологічний процес роботи сортувальної станції Основа : Наказ начальника залізниці від 29.04.2016 р. № 171/Н. 2016 р. 381 с.

111. Правила обчислення термінів доставки вантажів. Наказ МТУ від 24.11.2000 р. №644. Дата оновлення: 02.09.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0865-00#Text> (дата звернення: 28.05.2023).

112. Trassenfinder. *DB InfraGo* : Official site. URL: [https://trassenfinder.de/#/25/sgv?tab\\_id=1](https://trassenfinder.de/#/25/sgv?tab_id=1) (дата звернення: 28.05.2023).

113. Arthur D., Vassilvitskii S. How Slow is the k-means Method? *Proceedings of the 2006 Symposium on Computational Geometry (SoCG)*. 2006. P. 144-153. DOI: <https://doi.org/10.1145/1137856.1137880>

114. Панкратов В. І., Ломотько М. Д., Поляков А. О., Кузнецов М. М. Удосконалення методики оперативного управління залізничними під'їзними коліями, які передано підприємствам. *Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту*. 2006. №8. С. 13-21.

115. Панкратов В. І., Ломотько М. Д., Бутько Т. В. Управління локомотивним парком залізничного транспорту незагального користування на основі динамічної моделі перерозподілу. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2007. №5, 6. С.70-73.

116. Spath H. Cluster dissection and analysis: theory, fortran, programs, examples. *Halsted Press*. New York, USA, 1985, 226 pp.

117. ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги. [чинний від 1997-01-01]. Вид. офіц. Київ, 1997. 32 с. (Інформація та документація)

118. Прокопенко Т. О. Теорія систем і системний аналіз : навч. посіб. М-во освіти і науки України. Черкаси : ЧДТУ, 2019. 139 с.

119. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров та ін. Суми : СДУ, 2017. 212 с.

120. TRANS/WP.24/2000/1. Терминология комбинированных перевозок. [чинний від 2000-06-19]. Вид. офіц. Женева, Швейцарія, 2000. 17 с. (Інформація та документація)

121. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосовування. (ISO 14001:2015, IDT). [На заміну ДСТУ ISO 14001:2006; чинний від 2015-12-21]. Вид. офіц. Київ : Державне підприємство ДП НДІ, 2015. 37 с. (Інформація та документація)

122. ISO 9735-1:2002(en) Electronic data interchange for administration, commerce and transport (EDIFACT). [чинний від 2000-07]. Вид. офіц. Вид. офіц. Женева, Швейцарія, 2002. 54 с. (Інформація та документація)

123. Марков В. А. Баширов Р. М., Габитов И. И. Токсичность отработавших газов дизелей : монографія. Москва : МГТУ, 2002. 376 с.

124. Тартаковский Э. Д., Грищенко С. Г., Калабухин Ю. Е., Фалендыш А. П. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог : монографія. Луганск : Ноулидж, 2011. 174 с.

125. Ломотько Д.В. Підвищення ефективності технології розподілу рухомого складу на полігоні. *Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту*. 2005. №3. С. 5.

126. Developers of Your Spreadsheet's Solver. *Optimization Concepts* : Official site. URL: <http://www.frontsys.com>.

127. Zadeh L.A. Fuzzy sets. *Information and control*. 1965. Vol 8. P. 338-353.

128. Ломотько Д.В. Метод оцінки та відбору нечіткої інформації при формуванні систем підтримки прийняття рішень у підрозділах залізниць. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2007. №2. С. 3- 9.

129. Друзь В.А., Самсонкин В.Н. Единая теория самоорганизующихся систем : монографія. Київ : Талком, 2022. 123 с.

130. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря : Постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 827. Дата оновлення: 10.11.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF>. (дата звернення: 02.06.2023).

131. ForFITS Model – Assessing Future CO2 Emissions. *United Nations Economic Commission for Europe* : Official site. URL: <https://unece.org/forfits-model-assessing-future-co2-emissions>. (дата звернення: 02.06.2023).

132. ISO/FDIS 14031:2021. Environmental management. Environmental performance evaluation. Guidelines. [чинний від 2021-03]. Вид. офіц. Женева, Швейцарія, 2021. 44 с. (Інформація та документація)

133. Податковий кодекс України : Відомості Верховної Ради України від 02.12.2010 р. № 2755-VI. Дата оновлення: 28.04.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>. (дата звернення: 29.04.2023).

134. Програмне забезпечення для розрахунку вартості перевезення вантажів. *Залізничні вантажоперевезення* : веб-сайт. URL: <https://train-mauve.vercel.app/readiness> (дата звернення: 27.09.2023).

135. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум : Навч. посібник. Київ : Лібра, 2006. 368 с.



136. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2018 році : доповідь / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: [https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Natsionalna-dopovid-pro-stan-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyshha-v-Ukrayini-u-2018-rotsi\\_.pdf](https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Natsionalna-dopovid-pro-stan-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyshha-v-Ukrayini-u-2018-rotsi_.pdf) (дата звернення: 20.07.2023).

137. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. №1264-ХІІ. Дата оновлення: 10.07.2022. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення 18.01.2023).

138. Про затвердження Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства : Наказ Мінекобезпеки України від 27.10.1997 № 171. Дата оновлення: 12.01.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98> (дата звернення 20.01.2023).

139. Lotka, A.J.: Th'éorie analytique des associations biologiques : deuxième partie 2e partie. Paris, France : Hermann,. 1939. 154 p.

140. Про затвердження Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги та Коефіцієнтів, що застосовуються до Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги : Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 26.03.2009 р. №317. Дата оновлення: 25.12.2020.