

Український державний університет залізничного транспорту Міністерство
освіти і науки України

Український державний університет залізничного транспорту Міністерство
освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця

на правах рукопису

АРСЕНЕНКО ДАНИЛО ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 656.223

ДИСЕРТАЦІЯ

УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯМ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

05.22.01 – транспортні системи

27 - транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

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



Д. В. Арсененко

Науковий керівник

ЛОМОТЬКО Денис Вікторович,

доктор технічних наук, професор

Харків-2020

АНОТАЦІЯ

Арсененко Д. В. Удосконалення логістичного управління транспортуванням зернових вантажів залізничним транспортом. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – «Транспортні системи» (275 – Транспортні технології). – Український державний університет залізничного транспорту МОН України, Харків, 2020.

Дисертацію присвячено питанню удосконалення технологічних процесів перевезення зернових вантажів залізничним транспортом в умовах реформування галузі шляхом впровадження в єдине інформаційне поле методів розподілу порожнього рухомого складу та формуванню ступеневих маршрутів .

Практичні результати роботи впливають на процес формування місцевої роботи на дільницях, що відповідають технологічним показникам формування ступеневих маршрутів. Впровадження автоматизованих принципів формування технології дозволить скоротити тривалість перебування місцевих вагонів під кожною вантажною операцією та скоротити загальний обіг вагона зернового.

Проведено аналіз існуючого стану агарного сектора, його перспективи та взаємний зв'язок між галузями. Окрім того, проведено аналіз ринку перевезень зернових вантажів і виявлено ключові чинники що формують характер його роботи. Так, проаналізувавши експлуатаційні показники зерновозів по Харківській регіональній філії залізничних перевезень, встановлено, що середня швидкість руху зернового в навантаженому та порожньому станах при повагонних відправках становить близько 7,6 км/год а при маршрутних відправках близько 11,2 км/год. Враховуючи припортовий характер вивантаження зернових вантажів середнє скорочення обігу вагона за рахунок створення маршрутних відправок становить близько 2,5 доби. Тому виникає проблема при формуванні поодиноких і групових відправок на

залізничній дільниці. Впровадження гнучких логістичних технологій для задоволення попиту на відвантаження зернових вантажів дозволяє оперативно планувати місцеву експлуатаційну роботу на принципах ресурсозбереження та відкриває можливість для додаткових варіантів організації місцевої роботи.

З метою формалізації завдання запропоновано виділити ключові чинники в оптимізації перевезення зернових вантажів, до яких належать оптимальний розподіл порожніх вагонів, існуюча структурна складова та її взаємозв'язок із іншими учасникам перевізного процесу, модель формування ступеневого маршруту та інформаційна складова. Інтеграція залізниці до ринкових умов праці є невід'ємною частиною реформування галузі. Виходячи з цього обсяги навантаження, забезпечення потреб інших учасників перевізного процесу оператором перевезення та інші експлуатаційні показники мають відповідати вимогам ринку та його тенденціям. Зважаючи на це, формування будь-яких логістичних та управлінських впроваджень повинно базуватися на принципах ресурсозбереження та оптимізації витрат у цілому.

На шляху реформування галузь має об'єктивну систему обмежень щодо існуючої інфраструктури, що за своєю природою має певні зв'язки із учасниками перевізного процесу, яку представлено у вигляді функціональної схеми. Така структура визначає ієрархічну залежність, виділення рівнів відповідальності та прийняття рішень, проте сучасні тенденції продовження інтегрування галузі в ринкове середовище в купі із стрімким розвитком інформаційного поля зобов'язує виходити за рамки традиційних для залізничного транспорту структурних обмежень. У такому випадку ситуація вимагає нового формату взаємодії між усіма учасникам перевезення, який дозволить галузі відповідати сучасним вимогам.

З метою скорочення простою вагона виникла необхідність у формалізації процесу розподілу порожнього рухомого складу під зернові вантажі в умовах застосування логістичних технологій. При цьому враховано, що рухомий склад може мати ознаки не тільки за станом (навантажений – порожній), але й бути приналежним різним операторам рухомого складу та мати визначену

дислокацію на залізничній мережі. Процес формування забезпечення рухомим складом замовника починається із пам'ятки про закінчення вантажної операції яку надає вантажоодержувач після вивантаження вагона або групи вагонів. Аналогічне завдання полягає і в розподілі порожнього рухомого складу на сортувальних і дільничних станціях, але в зворотному напрямку.

Процес розподілу вагонів-зерновозів запропоновано формалізувати, як процедуру з оперативної діяльності диспетчерського апарату на базі методу динаміки середніх. Головним завданням при цьому стає отримання первинної інформації щодо оцінювання імовірності переходу стану вагонів із порожнього в навантажений з урахуванням додаткових вихідних параметрів системи – дислокації вагонів і їх приналежності в умовах можливої пріоритетності забезпечення вагонами певних станцій. Дана модель дозволяє прогнозувати місцезнаходження рухомого складу в кожен проміжок часу, що дозволить суттєво покращити показники оперативності прийняття рішень на залізничному полігоні.

Створення підходу до формалізації технології перевезень зернових вантажів сприятиме коректному прийняттю рішень перевізниками, трейдерами та оператором залізничної інфраструктури на базі інформаційних систем. Географічний аналіз пунктів вантажоутворення, навантажувальні можливості вантажних станцій, технологічні можливості забезпечення вагонами та тяговим рухомим складом дають підставу вважати можливість застосування ступеневих маршрутів, але обґрунтування ефективності запропоновано підтвердити за допомогою імітаційної моделі на мережі Петрі. Розглянутий вид мереж Петрі дозволяє враховувати специфіку логістичних потоків за рахунок врахування такої їхньої властивості, як дискретність кількості вагонів, локомотивів і навантажувальних засобів. З урахуванням цього пропонується вирішити завдання формування відправок зернових вантажів залізничним транспортом на полігоні за рахунок створення моделі технологічної взаємодії між учасниками перевезень на базі логістичних технологій.

Обґрунтування впровадження технології формування ступеневого маршруту зернових вантажів на дільниці запропоновано шляхом розроблення та застосування відповідної техніко-економічної моделі. Ключовим у вирішенні поставленого питання є створення моделі оптимального планування процесу формування маршруту зернових вантажів з визначенням таких технологічних параметрів:

- кількість вагонів у маршруті q ;
- термін часу на його накопичення t ;
- визначення полігонів, для яких буде оптимально таке перевезення з урахуванням відстані від станції розпилення та кількості технічних станцій.

Проаналізувавши показники вантажної роботи на конкретній дільниці, постає питання доцільності створення моделі перевезення зернових вантажів на базі ступеневого маршруту із накопиченням. Ключовими питаннями при побудові такої моделі буде визначення оптимальної кількості вагонів у маршруті, зважаючи на сезонні коливання цього сегменту, визначення необхідної кількості заявок на перевезення по даній дільниці та створення безпосередньо цільової функції експлуатаційних витрат.

Виділено та розглянуто технологічні показники моделі формування ступеневого маршруту і можливі варіанти їх вдосконалення. Сутність цього питання розглянуто через призму конкурентоспроможності такого варіанта перевезення із альтернативними, результуючим підсумком чого є економічний ефект від провадження технології. В основі оцінювання ефективності варіантів технології перевезень зернових вантажів залізничним транспортом покладено формування сучасних інформаційних систем підтримки прийняття рішень і СППР оперативного персоналу.

Формування бази для СППР запропоновано шляхом залучення експертної групи і оцінювання якості інформації при формуванні бази знань нечіткої системи підтримки прийняття рішення. При залучанні експерта до складу експертної групи обсягом n можна сформулювати висновок за критерієм

максимальної погодженості на основі обчислення коефіцієнтів взаємної парної рангової кореляції думок і-го та j-го експертів. Це пов'язано з тим, що думки експертів можуть значно розходитися в малій експертній групі. Під думками будемо розуміти рангову оцінку експертом технологічного варіанта в ланцюзі доставки зернового вантажу залізницями-регіональними філіями.

Основний економічний ефект від впровадження моделі формування ступеневих маршруті полягає в покращенні технологічних, економічних та експлуатаційних показників роботи за рахунок підвищення скорочення обігу вагона шляхом поетапної оптимізації його складових. У даному випадку економічний ефект виступає як економія експлуатаційних витрат, одержувана від збільшення дільничної швидкості руху порожнього вагона, зменшення часу очікування вантажних операцій, скорочення порожнього пробігу зерновоза. Розрахунок економічного ефекту від впровадження інформаційно-керуючої системи забезпечення вантажовідправників залізничним рухомим складом довів, що сумарний приріст економічного ефекту з урахуванням приведених грошових потоків до першого року розрахункового періоду складає 2 869 000 грн. Період повернення одноразових витрат настане на перший рік експлуатації, коли величина сукупного економічного ефекту від ІКС стане додатною.

Ключові слова: зернові вантажі, ступеневий маршрут, залізнична дільниця, розподіл порожнього парку, оператор інфраструктури.

ABSTRACT

Arsenenko D . V. Logistic management improvement of transportation and processing of grain cargo by rail

Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences (PhD) on specialty 05.22.01 – «Transport systems» (275 – Transport technology). – Ukrainian State University of Railway Transport MOE in Ukraine, Kharkiv, 2020.

The dissertation is devoted to the issue of improving the technological processes of grain transportation by rail in the conditions of reforming the industry by introducing into a single information field methods of distribution of empty rolling stock and the formation of step routes.

The practical results of the work follow the process of formation of local work on the sections that correspond to the technological indicators of the formation of stepped routes. The introduction of automated principles of technology formation will reduce the duration of local wagons under each freight operation and reduce the overall turnover of the grain cargo.

An analysis of the current state of the agricultural sector was carried out, its prospects and the relationship between industries. In addition, the analysis of the grain cargo market was carried out and the key factors that shape the nature of its work were identified. Thus, analyzing the performance of grain cargos in the Kharkiv regional branch of railway transportation, it was found that the average speed of the grain cargo in the loaded and empty state for wagon shipments is about

km / h and for route shipments about 11.2 km / h .Taking into consideration the port nature of unloading grain cargo, the average reduction in the turnover of the cardue to the creation of routing shipments is about 2.5 days. Therefore, there is a problem in the formation of single and group shipments at the railway station. The introduction of flexible logistics technologies to meet the demand for shipment of grain cargo allows to plan quickly local operational work on the principles of resource conservation, and opens the possibility for additional options for organizing local work. In order to formalize the problem, it is offered to identify key factors in optimizing the transportation of grain, which include the optimal distribution of empty cars, the existing structural component and its relationship with other participants in the transport process, the model of the step route and information component. The integration of railways into market conditions is an integral part of industry reform. Based on this, the volume of workload, meeting the needs of other participants in the transportation process by the transport operator and other performance indicators must meet the requirements of the market and its trends. In

view of this, the formation of any logistics and management implementations should be based on the principles of resource conservation and cost optimization in general.

On the way to reform, the industry has an objective system of restrictions on existing infrastructure, which by its nature has certain links with the participants in the transportation process, which is presented in the form of a functional diagram.

Such a structure determines hierarchical dependence, allocation of levels of responsibility and decision-making, but current trends of continued integration of the industry into the market environment, coupled with the rapid development of the information field, oblige to go beyond traditional structural constraints for rail transport. In this case, the situation requires a new format of interaction between all participants in the transport, which will allow the industry to meet modern requirements.

In order to reduce the downtime of the car there was a need to formalize the process of distribution of empty rolling stock for grain loads in the application of logistics technologies. It is taken into account that the rolling stock may have features not only in condition (loaded - empty), but also belong to different rolling stock operators and have a certain location on the railway network. The process of forming the customer's rolling stock provision begins with a memo on the completion of the freight operation provided by the consignee after unloading the wagon or group of wagons. A similar task is to distribute empty rolling stock at sorting and precinct stations, but in the opposite direction. It is offered to formalize the process of distribution of grain wagons as a procedure for the operational activities of the dispatching apparatus on the basis of the method of average dynamics. The main task is to obtain primary information to assess the probability of transition of the state of cars from empty to loaded, taking into account additional initial parameters of the system-dislocation of cars and their affiliation in terms of possible priority of providing cars with certain stations. This model allows to predict the location of rolling stock in each period of time, which will significantly improve the efficiency of decision-making at the railway site.

Creating an approach to formalizing the technology of grain transportation

will facilitate the correct decision-making by carriers, traders and railway infrastructure operators based on information systems. Geographical analysis of loading points, loading capacity of freight stations, technological possibilities of providing cars and traction rolling stock give grounds to consider the possibility of using stepped routes, but the justification of efficiency is proposed to confirm using a simulation model on the Petri net. The considered type of Petri nets allows to take into account the specifics of logistics flows by taking into account their properties, such as the discrete number of cars, locomotives and loading vehicles. With this in mind, it is proposed to solve the problem of forming grain shipments by rail at the landfill by creating a model of technological interaction between transport participants on the basis of logistics technologies.

The substantiation of introduction of technology of formation of a step route of grain cargoes on a site is offered by development and application of the corresponding technical and economic model. The key in solving this question is to create a model of optimal planning of the process of forming the route of grain cargo with the definition of the following technological parameters:

- number of cars in the route, q ;
- the period of time for its accumulation, t ;
- identification of landfills for which such transportation will be optimal, taking into account the distance from the spraying station and the number of technical stations.

After analyzing the performance of cargo work at a particular site, the question arises about the feasibility of creating a model of grain transportation on the basis of a stepped route with accumulation. The key issues in building such a model will be to determine the optimal number of cars on the route, taking into account the seasonal fluctuations of this segment to determine the required number of applications for transportation in this area and create a direct target function of operating costs.

Technological indicators of the model of formation of a step route and possible variants of their improvement are allocated and considered. The essence of

this issue is considered through the prism of the competitiveness of this option of transportation with alternative, the result of which is the economic effect of the technology. The assessment of the effectiveness of options for the technology of transportation of grain by rail is the formation of modern information systems to support decision-making and DSS operational staff.

The formation of the base for DSS is proposed by involving an expert group and assessing the quality of information in the formation of the knowledge base of the fuzzy decision support system. According to the inclusion of the expert in the expert group of volume n can be carried out by the criterion of maximum consistency based on the calculation of the coefficients of mutual pair rank correlation of opinions of the i - and j - experts. This is due to the fact that the opinions of experts can differ significantly: in a small expert group. Under the opinions we will understand the expert's ranking of the technological option in the chain of grain delivery by railways-regional branches. The main economic effect of the introduction of the formation of a stepped route model is to improve the technological, economic and operational performance by increasing the reduction of the turnover of the car by gradually optimizing its components. In this case, the economic effect is in the form of savings in operating costs, obtained from increasing the precinct speed of the empty car, reducing the waiting time for freight operations, reducing the empty mileage of the grain cargo. The calculation of the economic effect from the introduction of the information and control system of providing shippers with railway rolling stock proved that the total increase in the economic effect, taking into account the reduced cash flows to the first year of the settlement period - UAH 2,869,000. The payback period will occur in the first year of operation, when the magnitude of the cumulative economic effect of ISS becomes positive.

Key words: grain cargoes, step route, railway section, distribution of empty fleet, infrastructure operator.

Список публікацій здобувача

Основні наукові праці:

1. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Розробка моделі функціонування пункту концентрації комерційної роботи в умовах реструктуризації залізничного транспорту. *Збірник наукових праць Українського державної академії залізничного транспорту*. 2013. Вип. 142. С. 19-23.

2. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Розробка оптимальної моделі управління рухомим складом оператором інфраструктури в ринкових умовах розвитку галузі. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2016. Вип. 166. С. 14-23.

3. Арсененко Д. В. Удосконалення організації перевезення зернових вантажів залізничними ступінчастими маршрутами. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2019. Вип. 184. С. 92-100.

Публікації у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:

4. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Формирование эффективных логистических технологий в перевозках грузов при железнодорожном международном сообщении. *Сборник научных трудов SWorld*. 2014. Вып. 4 (37). Т. 1. С. 77-79.

5. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Сморгісь І. В. Формування залізничних логістичних ланцюгів постачання контейнерних вантажів на базі когнітивних технологій. *Українська залізниця*. 2018. Вип. № 63. С. 11-14.

6. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Створення ефективної технології формування залізничних маршрутів із зерновими вантажами за допомогою моделей на мережі Петрі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2018. Вип. № 6 (133). С. 38-45.

7. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Сморгісь І. В. Формування систем підтримки прийняття рішень з використанням когнітивних технологій у

ланцюгах доставки контейнерів залізницями. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2018. Вип. 83. С. 93-99.

8. Lomotko D., Arsenenko D., Nosko N., Kovalova O. Formalization of rolling stock distribution processes by using dynamic model. *Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*. 2018. Vol. 6 (78). P. 143-154. doi : 10.15802/stp2018/154410.

9. Lomotko D., Arsenenko D., Kovalova O., Ischuka O., Methods of infrastructure management for optimization of grain transport organization. *Procedia Computer Science*. 2019. Vol. 149. P. 500-507. doi : <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.168> (видання індексується в базі Scopus).

Додаткові праці:

10. Ломотько Д. В., Панченко С. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В., Арсененко Д. В. Технологія оцінки комерційної придатності рухомого складу. *Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 78080. Заявка 79028 від 26.03.2018 р. Дата реєстрації 04.04.2018 р.*

11. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Методология формирования эффективной логистической технологии перевозок в железнодорожном межгосударственном сообщении. *Залізничний транспорт України*. 2015. Вип. 1. С. 11-17.

Праці апробаційного характеру:

12. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Запара Я. В. Удосконалення технології вантажних залізничних перевезень в умовах ринку транспортних послуг: *тези доповідей 11-ї Міжнар. наук.-практ. конф. «Міжнародні транспортні коридори та корпоративна логістика» (11-13 червня 2015 р., Харків)*. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2015. № 50. С. 23.

13. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Коханевич М. В. Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці. *Організація перевезення зернових вантажів в умовах реструктуризації галузі: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (16 березня 2017)*. Харків: ХНАДУ, 2017. С. 97-99.

14. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті – ЕКУЗТ 2017». *Застосування альтернативних засобів та методів перевезень в аграрному секторі: матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф. (17 – 19 травня 2017 р., Харків)*. Харків: ЕКУЗТ, 2017. С. 206-208.

15. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті. *Методи скорочення обігу зерновоза за рахунок створення маршрутних відправок: тези доповідей 80-ї Міжнар. наук.-техн. конф. (24-26 квітня 2018, Харків)*. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. 177. С. 196-197.

16. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Маслюк О. А. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. *Підхід до моделювання технології перевезень зернових вантажів за допомогою мереж Петрі: тези доповідей 31-ї Міжнар. наук.-практ. конф. (24-26 жовтня 2018 р.)*. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. № 4. С. 3-4.

17. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Сморгісь І. В. Моделювання та інформаційні технології в науці, техніці та освіті. *Формування системи підтримки прийняття рішень з використанням когнітивних технологій у ланцюгах доставки контейнерів залізницями: тези Міжнар. наук.-практ. Internet-конф. «Моделювання та інформаційні технології в науці, техніці та освіті» (21-22 листопада 2018 р., Харків)*. *Збірник наукових праць*. Харків: ХНАДУ, 2018. С. 145-152.

18. Ломотько Д. В., Бутько Т. В., Арсененко Д. В. Комп'ютерні

технології і мехатроніка. *Управління процесом забезпечення залізничним рухомим складом при перевезенні зернових вантажів: тези наук.-практ. конф. (21-22 листопада 2018 р., Харків). Харків: ХНАДУ, 2019. С. 63-66.*

19. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Міжнародна транспортна інфраструктура, індустриальні центри та корпоративна логістика. *Удосконалення логістичного управління транспортування та переробки зернових вантажів залізничним транспортом: тези доповідей 15-ї Міжнар. наук.-практ. конф. (6-8 червня 2019 р., Харків). Вісник економіки транспорту і промисловості. 2019. Вип. 66. С. 147-149.*

ЗМІСТ

ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1 СТАН СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ТА ЇЇ ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА	25
Загальна характеристика існуючої моделі перевезення зернових вантажів	25
Аналіз існуючої технології перевезення зернових та масляничних вантажів.	34
Передумови розробки нових методів управління розподілом рухомого складу та методів управління залізницею в умовах реформування галузі 38	
Аналіз наукових досліджень в області проблем формування відправок зернових вантажів.	43
Дослідження особливостей топології залізничної дільниці при виконанні роботи із зерновими вантажами.....	49
Висновки до розділу 1	54
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В РИНКОВИХ УМОВАХ.....	57
Формалізація задачі впровадження перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами в існуючих умовах.....	57
Розробка технології раціонального розподілу порожнього рухомого складу при перевезенні зернових вантажів ступеневими маршрутами. 61	
Оцінка якості результатів моделювання.....	67
Формування загального варіанту перевезення зернових вантажів залізничним транспортом.	69

Висновки до розділу 2	75
РОЗДІЛ 3..... ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОЛІГОНІ	77
Створення ефективної технології формування залізничних маршрутів із зерновими вантажами за допомогою моделей на мережі Петрі.....	77
Формалізація технології формування ступеневого залізничного маршруту зернових вантажів на базі техніко-економічної моделі	87
Висновки до розділу 3	97
РОЗДІЛ 4.....ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ФОРМУВАННЯ СТУПЕНЕВОГО МАРШРУТУ ІЗ ЗЕРНОВИМИ ВАНТАЖАМИ.....	100
Удосконалення технології перевезень зернових вантажів залізничним транспортом за допомогою АРМ та СППР оперативного персоналу .	100
Впровадження методів систем підтримки прийняття рішень в процес перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами	103
Економічне обґрунтування ефективності впровадження запропонованої технології перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами	111
Висновки до розділу 4	118
ВИСНОВКИ.....	120
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	123
Додаток А Показники навантаження зернових вантажів зз урахуванням обмеження на силу тяги на дослідній дільниці.....	135
Додаток Б Приклад технічних засобів навантаження зернових вантажів без використання послуг елеватора	137
Додаток В Навантаження зернових вантажів на дослідному полігоні за період із червня по грудень 2018 року (із вивантаженням у портах)	138

Додаток Г Результати розрахунків за техніко економічною моделлю ступеневого маршруту	139
Додаток Д Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації	140
Додаток Е Акти впровадження результатів дисертації	144

ВСТУП

Актуальність теми. Аналіз роботи вантажного сектора залізниці за останні роки намітив чітку тенденцію на розвиток перевезення товарів масляничної та зернової групи. Динаміка збільшення перевезення зернових вантажів має позитивний характер із наростаючим підсумком причиною чого є технологічний розвиток галузі та попит на світовому ринку.

Зважаючи на технологічну, географічну та нормативно-правову складові сектора перевезень зернових вантажів, залізниця стає ключовим перевізником у цій сфері. В умовах дефіциту локомотивної тяги, відсутності належної конкуренції на ринку перевезень гостро постає питання впровадження відповідних інновацій у процесі формування ефективної логістики стосовно зернових вантажів. Це відбувається на тлі коливань цін на зернову продукцію, наприклад у минулому фрахтовому році ціна на вітчизняну кукурудзу була на 18% нижче світової.

Окремо постає питання формування по вагонних відправок цієї групи вантажів. Аналіз обсягів навантаження зернових вантажів на кінець календарного 2018 року залізничними станціями України показує фактичну неспроможність залізниці забезпечити попит на перевезення для відправників із малим і середнім обсягом. Така ситуація унеможлиблює розвиток цілого сегмента аграрного бізнес-сектору та сприяє негативній оцінці транспортної галузі.

Зважаючи на вищесказане, одним з головних завдань для власника інфраструктури є створення умов для перевезення зернових вантажів із забезпеченням вимог усіх учасників перевізного процесу. При цьому слід враховувати наявність дефіциту локомотивної тяги, необхідність створення умов для залучення інвестицій у рухомий склад вантажовідправників, що за обсягами не мають можливості формувати маршрутні відправлення зернових вантажів самостійно. Формування раціональних технологічних підходів при взаємодії власника інфраструктури із такими відправниками в режимі

реального часу є перспективним напрямом вирішення технологічних неузгоджень при перевезенні зернових вантажів залізницями.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р, Стратегічного плану розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, затвердженого наказом Міністерства інфраструктури України від 21 грудня 2015 р. № 547, Комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу на 2008-2020 роки, затвердженої наказом Міністерства транспорту і зв'язку України від 14.10.2008 р. № 1259, а також науково-дослідницької роботи, у якій автор брав безпосередню участь як виконавець: «Дослідження та розроблення проекту Порядку відкриття та закриття залізничних станцій для виконання всіх чи деяких операцій та зупинних пунктів» (ДР № 0117U0054414).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є вирішення наукового завдання організації, управління та планування перевезень зернових вантажів залізничним транспортом у сучасних умовах впровадження логістичних технологій, коливань обсягів перевезень і нестачі рухомого складу.

Поставлена мета визначила такі основні задачі дослідження:

- виконати дослідження і провести аналіз показників перевезення зернових вантажів і відповідні експлуатаційні показники регіональної філії-залізниці;

- проаналізувати існуючі методи дослідження технології місцевої роботи залізниць, особливості процесу планування розподілу порожнього рухомого складу та виявити ефективну технологію розподілу вагонів-зерновозів в існуючих умовах;

- проаналізувати технологію роботи диспетчерського локомотива на залізничних дільницях і створити гнучку технологію організації місцевої роботи з зерновими вантажами;

- сформуванати технологію організації ступеневого маршруту на залізничній дільниці на основі комплексу моделей, що включає імітаційну модель на базі гібридних мереж Петрі з динамічними вагами дуг з подальшою оптимізацією процесу планування формування ступеневого маршруту зернових вантажів на основі скорочення експлуатаційних витрат;

- створити комплекс задач для автоматизованого робочого місця (АРМ) диспетчера-вагонорозпорядника (ДНЦОВ) при формуванні ступеневих маршрутів з інтеграцією при створенні єдиної системи управління парком вагонів-зерновозів (ЄСУ ПВЗ) до Єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями української залізниці (АСК ВП УЗ Є) на базі теорії прийняття рішень;

- провести обґрунтування впровадження технології формування ступеневого маршруту зернових вантажів на залізничній дільниці шляхом розроблення та застосування відповідної техніко-економічної моделі.

Об'єкт дослідження - управління перевезенням зернових вантажів на залізничному транспорті.

Предмет дослідження - технологія організації та управління транспортуванням зернових вантажів ступеневими залізничними маршрутами на базі логістичних технологій.

Методи дослідження. Проведені дослідження базуються на використанні методів математичної статистики з урахуванням зовнішніх і внутрішніх технологічних чинників, визначення ключових чинників технології перевезень зернових вантажів для прийняття певних управлінських рішень щодо формування маршрутів; методу динаміки середніх при створенні моделі єдиної системи управління парком вагонів-зерновозів (ЄСУ ПВЗ); моделювання технології формування ступеневих маршрутів за допомогою гібридних мереж Петрі; системного підходу при формалізації технології

формування ступеневих маршрутів з урахуванням потреб усіх учасників перевізного процесу: перевізника, власника інфраструктури, вантажовласника; теорії прийняття рішень і методів нечіткої логіки при створенні вимог до додаткових задач системи АСК ВП УЗ Є.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційній роботі вирішено наукове завдання з організації, управління та планування перевезень зернових вантажів залізничним транспортом шляхом створення гнучкої технології формування ступеневого маршруту.

У дисертаційній роботі дисертантом особисто отримано такі наукові положення:

Вперше:

- для організації перевезення зернових вантажів на базі логістичних технологій запропоновано модель управлінням перерозподілом рухомого складу, використану при створенні єдиної системи управління парком вагонів-зерновозів (ЄСУ ПВЗ) з урахуванням можливості використання вагонів різних власників і з можливістю скорочення часу на планування перерозподілу;

- формалізовано логістичну технологію планування та управління залізничними перевезеннями зернових вантажів ступеневими маршрутами на основі комплексу моделей, що включає імітаційну модель на базі гібридних мереж Петрі з динамічними вагами дуг з подальшою оптимізацією процесу планування формування ступеневого маршруту зернових вантажів на полігоні шляхом урахування потреб усіх учасників перевізного процесу.

Удосконалено:

- структуру та комплекс функціональних задач АСК ВП УЗ Є на основі формування розподіленої системи підтримки прийняття рішень (СППР) АРМ диспетчерського персоналу для вирішення завдань управління при перевезенні зернових вантажів, що базується на запропонованій єдиній системі управління парком вагонів-зерновозів (ЄСУ ПВЗ).

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано автоматизовану технологію формування ступеневих маршрутів перевезення

зернових вантажів, що дозволяє приймати раціональні управлінські рішення щодо використання існуючого матеріально-технічного ресурсу, аналізувати і робити відповідні висновки за оперативною ситуацією на досліджуваному полігоні. Такі результати дозволяють як впливати на подальший результат в оперативні терміни для вирішення виробничого завдання, так і інтегрувати організаційне завдання на вищий управлінський рівень.

Розроблені підходи рекомендовано інтегрувати до автоматизованих робочих місць оперативного персоналу рівня регіональної філії, а саме диспетчера-вагонорозпорядника (ДНЦОВ), і для створення окремої інженерної посади для обробки інформаційної складової між оператором і вантажовідправником.

Розроблену модель рекомендовано для використання на всіх регіональних філіях - залізницях України. Полігоном дослідження обрано залізничну дільницю з п'яти вантажних станцій АТ «Укрзалізниця», що здійснюють навантаження зернових вантажів.

Основні результати і розроблені наукові підходи щодо формування ступеневого маршруту перевезення зернових вантажів, використані та впроваджені на Харківській дирекції залізничних перевезень Південної залізниці, дозволяють збільшити обсяги перевезення вантажів на 2,5 %, скоротити експлуатаційні витрати на формування відправки зернових на 32 %, скоротити експлуатаційні витрати, пов'язані з використанням диспетчерського локомотива, на 15 %. Ключові засади роботи впроваджені в навчальний процес студентів денної та заочної форм навчання факультету управління процесами перевезення дисциплін «Логістика» і «Транспортно-вантажні системи». Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, які наведені в додатках до роботи.

Особистий внесок здобувача. Результати, що становлять основний зміст дисертаційної роботи, отримані автором самостійно та проводились в УкрДУЗТ.

У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать: у [1] проаналізовані принципи організації місцевої роботи в умовах реформування галузі та виявлено основні технологічні принципи формування відправок та роботи маневрового локомотива; у [2, 19] проаналізовано ієрархічну складову в організації експлуатаційної роботи, її зв'язок із вантажовідправниками та розроблено модель оптимального розподілу порожнього рухомого складу з урахуванням існуючого принципу формування управлінських рішень; [4, 14] аналіз впровадження та взаємодії логістичних ланцюгів у міжнародному сполученні; [5, 12] сформовано систему підтримки прийняття рішень з використанням когнітивних технологій у ланцюгах доставки вантажів залізницями; [6, 18] встановлено завдання формування необхідних составів поїздів в пунктах навантаження з урахуванням замовлень вантажовласників, зведене до задачі лінійного програмування з необхідністю мінімізувати отриману функцію; у [7, 17] сформовано нечітку систему підтримки прийняття рішення оперативного персоналу; у [8, 15] формалізовано процеси розподілення рухомого складу з використанням динамічної моделі; у [9, 13] виявлено основні методи управління інфраструктурою для оптимізації перевезення зернових вантажів; у [10] запропоновано варіанти розрахунків коефіцієнтів інтенсивності експлуатації для рухомого складу залежно від термінів експлуатації під перевезенням певних видів вантажів; у [11, 16] наведено підходи до удосконалення автоматизованої системи для забезпечення вантажовласників рухомим складом певного рівня комерційної придатності відповідно до їх заявок.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися та ухвалені на таких конференціях: 11-й Міжнародній науково-практичній конференції «Міжнародні транспортні коридори та корпоративна логістика», м. Харків, 11-13 червня 2015 р., УкрДУЗТ; 80-й, Міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті», м. Харків, 2018р., УкрДУЗТ; Міжнародній науково-практичній конференції «Синергетика,

мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці», м. Харків, 2017 р., ХНАДУ; Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті – ЕКУЗТ 2017», м. Харків, 17 – 19 травня 2017 р.; 31-й Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті», м. Харків, 2018 р., УкрДУЗТ; Міжнародній науково-практичній Internet-конференції «Моделювання та інформаційні технології в науці, техніці та освіті», м. Харків, 21-22 листопада 2018 р., ХНАДУ; науково-практичної конференції Комп'ютерні технології і мехатроніка, 21-22 листопада 2018 р., Харків, ХНАДУ; 15-й науково-практичній конференції «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика», м. Харків, 6-8 червня 2019 р., УкрДУЗТ.

Дисертацію в повному обсязі розглянуто і схвалено в Українському державному університеті залізничного транспорту на розширеному засіданні кафедри транспортних систем та логістики за участю членів спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 19 наукових праць, у тому числі 9 наукових статей у фахових виданнях, затверджених МОН України, одна з них без співавторів (у тому числі 3 – у міжнародних наукометричних базах), 1 – у базі даних Scopus, 2 – додаткових праці (зокрема – одне підтвердження прав на об'єкти інтелектуальної власності), а також 8 праць апробаційного характеру (тези доповідей на науково-практичних конференціях).

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Повний обсяг дисертації складає 145 сторінок, з яких обсяг основного тексту – 104 сторінки, 31 рисунок за текстом, 3 таблиці і 2 рисунки на окремих сторінках, список використаних джерел із 120 найменувань і 6 додатків.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Розробка моделі функціонування пункту концентрації комерційної роботи в умовах реструктуризації залізничного транспорту. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-тету залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2013. Вип. 142. С. 19-23.
2. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Розробка оптимальної моделі управління рухомим складом оператором інфраструктури в ринкових умовах розвитку галузі. *Зб. наук. праць Укр. держ. уні-тету залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 166. С. 14-23.
3. Арсененко Д. В. Удосконалення організації перевезення зернових вантажів залізничними ступеневими маршрутами *Зб. наук. праць Укр. держ. уні-тету залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2019. Вип. 184. С. 92-100.

4. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Формирование эффективных логистических технологий в перевозках грузов при железнодорожном международном сообщении. *Сборник научных трудов SWorld*. Вып. 4 (37) . Иваново: МАРКОВА АД, 2014. С. 77-79.
5. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Сморгісь І. В. Формування залізничних логістичних ланцюгів постачання контейнерних вантажів на базі когнітивних технологій. *Українська залізниця*. 2018. Вип. № 63. С. 11-14.
6. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Створення ефективної технології формування залізничних маршрутів із зерновими вантажами за допомогою моделей на мережі Петрі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2018. Вип. № 6 (133). С. 38-45.
7. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Сморгісь І. В. Формування систем підтримки прийняття рішень з використанням когнітивних технологій у ланцюгах доставки контейнерів залізницями. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2018. Вип. 83. С. 93-99.
8. Lomotko D., Arsenenko D., Nosko N., Kovalova O. Formalization of rolling stock distribution processes by using dynamic model. *Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*. 2018. Vol. 6 (78). P. 143-154. doi : 10.15802/stp2018/154410.

9. Lomotko D., Arsenenko D., Kovalova O., Ischuka O., Methods of infrastructure management for optimization of grain transport organization. *Procedia Computer Science*. 2019. Vol. 149. P. 500-507. doi : <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.168> (видання індексується в базі Scopus).
10. Панченко С. В., Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В., Арсененко Д. В. Технологія оцінки комерційної придатності рухомого складу. *Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №78080. Заявка 79028 від 26.03.2018р. Дата реєстрації 04.04.2018*
11. С. В. Панченко, Ломотько Д. В., Ковальов А. О, Ковальова О. В., Арсененко Д. В. Технологія оцінки комерційної придатності рухомого складу [РКТ]. ДР 0617U000059. Дата подання 16.12.2016 ДР НДР 0115U000275 Формування та шляхи реалізації організаційно-технологічної моделі використання вантажних вагонів у міжнародних перевезеннях. Заявка на кор. модель №U201610733 від 25.10.2016 «Автоматизована система для раціонального розподілу»
12. Біліченко В. В., Котенко В. М. ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПОПИТУ НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ У ЗЕРНОВІЙ ЛОГІСТИЦІ, ВМТ, vol 10, № 2, с. 4-9, Лис 2019.
13. Дослідження достатності обсягу локомотивних потужностей для вантажних перевезень залізничним транспортом в умовах зростання врожаю і відновлення економіки Україна до 2023 року. IMF Group Ukraine. URL: <http://ua-outlook.com.ua/wp-content/uploads/2018/07/Укрзалізниця.pdf>
14. Внутрішнє споживання зерна в 2018/19 Україна. IMF Group Ukraine. URL: <https://latifundist.com/novosti/39995-vnutrennee-potreblenie-zerna-v-201819-mg-otsenivaetsya-v-22-mln-t>
15. Довідник станцій які мають можливість формувати відправницькі маршрути://uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/information_environment/page-2/499565/
16. Панченко С. В., А. І. Верлан, Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора. Стратегічні орієнтири розвитку транспортно-логістичної інфраструктури України. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. Харків, 2017. № 58. С. 14—15.

17. Прохорченко А. В. Передумови розроблення нових методів управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України. *Зб. наук. праць Укр. держ. уні-тету залізнич. Трансп.* Харків: УкрДУЗТ 2015. Вип.156. С. 14—15.
18. Tirole, J. The theory of industrial organization MIT Press, 1988. 479 p.
19. Хусаинов, Ф. И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте: монографія. Москва: Издательский Дом «Наука», 2012. 192 с.
20. Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В., Аналіз та удосконалення існуючих підходів до раціонального розподілу транспортних ресурсів. *Зб. наук. праць Укр. держ. уні-тету залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2015. Вип. 156. С.42-46.
21. Панченко, С. В., Г. І. Загарій, Б. Т. Ситнік, В. А. Бриксіні Критерій якості ухвалення рішення по керуванню в складній ієрархічній системі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.* 2009. №3. С. 54-58.
22. Чеклов, В. Ф., В. М. Чеклова, О. І. Шеховцов Автоматизована система розподілу порожніх вагонів. *Вісник ДІАТ.* 2008. №2. С. 13-18.
23. Ломотько, Д.В., А.О. Ковальов, О.В. Ковальова Удосконалення функціонування автоматизованої системи розподілу транспортних ресурсів на Харківській дирекції залізничних перевезень. *Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп.* Харків: УкрДАЗТ, 2013. Вип. 137. – С. 5-10.
24. Ломотько, Д. В., А.О. Ковальов, О.В. Ковальова Обґрунтування вибору та організації роботи системи формування составів поїздів. *Восточноевропейский журнал передовых технологий.* 2013. Вып. 4/3 (64). С. 18-20.
25. Бутько Т. В., Вергелес В. О. Удосконалення процесу забезпечення порожніми вагонами припортового залізничного вузла. *Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 163. С. 57-66.
26. Бутько Т. В., В.М. Чеклова Модель надходження порожніх вагонів на передпортову станцію. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* 2007. № 4/5(28). С. 8-11.
27. Костоглодов, Д. Д., Л.М. Нарисова Распределительная логистика Москва, 1997. 128 с.

28. Wicheihaus A. Telematiks in cargo transportation. *Railway Technical Review*. 2005. № 3 P. 35-40.
29. Верлан А. І., Козаченко Д. М. Підвищення ефективності управління приватним вагонним парком за рахунок відправницької маршрутизації порожніх вагонопотоків. *Залізничний транспорт України*. Київ, 2012. № 6. С. 35—37.
30. Костєнніков О. М. Дослідження сезонної нерівномірності перевезень вантажів та її вплив на організацію місцевої роботи дільниць. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-тету залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2015. Вип.152. С. 15—20.
31. Гильденгорн, И. А. Совершенствование организации местной работы отделения дороги на основе математического моделирования Тр. ВНИИЖТ. 1987. Вып. 2. С. 7-11.
32. Гришин А. П. Местная работа отделения: опыт и проблемы. *Железнодорожный транспорт*. 1996. № 2. С. 10-20.
33. О. Ю. Папахов, А. М. Окороков, О. М. Логвінов Інформаційне забезпечення організації вагонопотоків в умовах функціонування АСК ВП УЗ. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. Дніпропетровськ, 2008. № 6. С. 155—157.
34. . Козаченко Д. М., Рустамов Р. Ш., Матвієнко Х. В, Напрямки підвищення ефективності перевезень зернових вантажів залізничним транспортом. *Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. Транспортні системи та технології перевезень. 2013 Вип. 6, с. 56-60.
35. Перелік малодіяльних вантажних станцій (за підсумками роботи у 2 півріччі 2018 року). <https://www.uz.gov.ua/files/file/Перелік%20малодіяльних%20станцій%20за%20підсумками%202%20півріччя%202018%20року.pdf>.
36. Хусаинов, Ф. И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте. Москва: Издательский Дом «Наука», 2012. 192 с.
37. Прохорченко А. В., Корженівський Л.В. Удосконалення технології корегування плану формування поїздів на основі погодженої організації

групових поїздів оперативного призначення. *Восточноевропейский журнал передовых технологий*. Харьков, 2008. Вип.6/6(36). С.37-40.

38. Association Agreement between the European Union and its Member States, of the one part, and Ukraine, of the other part. Official Journal of the European Union (OJ L 161). 2014. 2137 p.

39. Панченко, С.В. Загарій Г. І., Ситнік Б. Т., Бриксін В. А. Критерій якості ухвалення рішення по керуванню в складній ієрархічній системі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2009. Вип. 3. С. 54-58.

40. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. Москва: Мир, 1984.- 246 с.

41. Про залізничний транспорт Закон України. від 04.07.1996 р. за №273/96 URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 06.01.2018).

42. Ndembe E. Hard Red Spring Wheat Marketing: Effects of Increased Shuttle Train Movements on Railroad Pricing in the Northern Plains Journal of the Transportation Research Forum. 2015. Vol. 54, № 2. P. 101-115.

43. Huayi Chen, Tiejun Ma, Technology adoption with limited foresight and uncertain technological learning, European Journal of Operational Research. Vol 239, Is 1,2014. P. 266-275, I URL: 0377-2217, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.03.031>.

44. Коробйова Р. Г., Рустамов Р. Ш., Гревцов С. В.. Внедрение бимодальных технологий перевозки зерновых грузов в Украине [Текст] / Транспортные системы и технологии перевозок. 2015. № 9, С. 29-34.

45. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В., Маслюк А. О. Підхід до моделювання технології перевезень зернових вантажів за допомогою мереж Петрі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. Тези доповідей 31-й міжнар наук-практ конф. № 4 (додаток). С. 3-4.

46. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. Москва: Мир, 1984. 246 с.

47. N. K. Liu, Dillon T., An approach towards the verification of expert systems using numerical Petri nets. Int. J. of Intelligent Systems. 1991.Vol. 6, p. 255 – 276.

48. Кулешов В. В., Толбатов О. Ю., Чурилик Т. Р. Удосконалення технології перевезень парком вагонів операторських компаній на станціях вузла. *Зб. наук. праць Укр. держ. академії залізнич. трансп.* Харків:УкрДАЗТ, 2013. Вип. № 135 С. 107-111.
49. Збірник тарифів на перевезення вантажів у межах України та пов'язані з ними послуги. Тарифне керівництво № 1. (із змінами від 22.12.2017 р.).URL: <https://www.uz.gov.ua/cargo>.
50. Bart W. Wiegmans, Peter Nijkamp, Piet Rietveld, Container Terminals In Europe: Their Position in Marketing Channel Flows, IATSS Research. Vol. 25, Is 2, 2001, P 52-65 URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0386-1112\(14\)60070-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0386-1112(14)60070-4).
51. Intelligent transport systems URL: <https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso:14813:-1>
52. Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport Text with EEA relevance OJ L 207. 6.8.2010, P. 1–13
53. Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В. Formation of fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015. Т. 6. № 3 (78). С. 11-17. URL: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.54496>.
54. Недосекин А. О. Простейшая оценка риска инвестиционного проекта // *Современные аспекты экономики*/ 2002 № 11.
55. Ван Хорн Дж. Основы управления финансами. Москва: Финансы и статистика, 1996.
56. Sahakian С.Е. The Delphi Method. The Corporate Partnering Institute, 1997. (ISBN: 1891765051).
57. Ломотько Д. В. Формування нечіткої бази знань та системи підтримки прийняття рішення у підрозділах залізниць . *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2006. № 2, С. 52-58.
58. Инструкция по планированию, организации и учету перевозок грузов отправительскими и ступенчатыми маршрутами: Инструкция ОАО РЖД от 15 декабря 2010 г N 119. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902282050>

59. Каньовська Д. В. Оперативне планування місцевої роботи на залізничному полігоні. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. № 1/4(49). 2011. С. 20-21.
60. Бутько Т. В., Каньовська Д. В. Формування автоматизованої технології місцевої роботи на основі використання автономного збірного поїзда. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. Вип № 4, - Луганськ. 2013. С. 39-45.
61. Каньовська Д. В. Удосконалення управління місцевою роботою на дирекції. *Зб. наук. праць Укр держ акад. зал транс*. Вип 136. Харків, 2013, С. 138-142.
62. Еволюція моделі вантажних перевезень як реальність для залізничної системи України URL: https://cfts.org.Ua/blogs/evolyutsiya_modeli_vantazhnikh_perevezen_yak_realnist_dlya_zalozhichno_sistemi_ukrani_432.
63. Ломотько Д. В., Каневская Д. В. Совершенствование технологии распределения вагонов в условиях применения методов стимулирования линейных подразделений. *Журнал "Инновационный транспорт"*. Вип. № 2 (3), Екатеринбург, Апрель 2012 г., С.5-9.
64. Каньовська Д. В. Удосконалення технології транспортування вантажів залізницями України шляхом врахування додаткових витрат перевізника. *Зб. наук. праць Укр держ акад.. зал. трансп*. Вип. 131, Харків:УкрДАЗТ. 2012. С. 138-142.
65. Мкртичьян Д. І., Каньовська Д. В. Перспективи удосконалення технології розвозу місцевого вантажу на залізничному транспорті. *Зб. наук. праць Укр держ акад.. зал. трансп*. Вип. 124. Харків. 2011, С. 95-99.
66. Островерх Н. М., Каньовська Д. В. Аналіз і вдосконалення системи планування перевезень вантажів у міждержавному сполученні. *Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті*. 2011. Вип. № 2. С. 42-44.
67. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. Москва: Наука, 1980. 208 с.
68. Рязов Н. Н. Общая теория статистики.- М.: Финансы и статистика, 1984. 344 с.

69. Краснер Н. Я., Пастухов А. И., Щепина И. Н. Алгоритм решения задачи целочисленного линейного программирования. Системное моделирование социально-экономических процессов. Воронеж: ВГУ, 2000. С. 126-132.
70. Шевченко В. Н., Золотых Н. Ю. Линейное и целочисленное линейное программирование. Нижний Новгород, 2004. 154 с.
71. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. Пер. С англ. / под ред. А. А. Фридмана. Москва, 1974. 419 с.
72. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. Москва, 1985. 512 с.
73. Про затвердження та введення в дію Інструктивних вказівок з організації вагонопотоків на залізницях України: Наказ Укрзалізниці від 29 грудня 2004 р. № 1028 ЦЗ / Державна адміністрація залізничного транспорту України. Київ: ТОВ «Швидкий рух», 2005. С.148
74. Бобровський В. І. Теоретичні основи удосконалення конструкції та технології роботи залізничних станцій: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.22.20 / Дніпропетр. нац. ун-т залізнич. трансп. ім. В.Лазаряна. Дніпропетровськ, 2002. 33 с.
75. Бобровский В. И. Моделирование системы управления пропуском поездов через пересечения. Концепція підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничному транспорті. *Міжвуз. зб. наук. пр.* . Харків: ХарДАЗТ, Вип. 33. 1998. с. 71-79.
76. Бадах В. И. Специализация сортировочных путей на горочных станциях большой мощности: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Ленинград, 1967. 28 с.
77. Дерябин Р. В. Производственная деятельность морского порта: учеб. для морских вузов. Москва, 1988. 224 с.
78. Ляхницкий В. Е. Проектирование портов. Ленинград, 1956. 471 с.
79. Федотов Н. И. Путевое развитие сортировочных парков / под общ. ред. А. М. Карпова. Вопросы проектирования и организации работы железнодорожных станций: *Сб. науч. тр. Новосиб. ин-та инж. ж.-д. трансп.* 1967. Вып. 65. С. 3-19.
80. Фролов А. С., Кузьмин П. В., Степанец А. В. Организация, планирование и технология перегрузочных работ в морских портах: учеб для высших учебных заведений ММФ. Москва, 1979. 408 с.

81. Савченко И. Е., Земблинов С. В., Страковский И. И. Железнодорожные станции и узлы: учеб для вузов ж.-д. трансп. / под ред. В.М. Акулиничева, Н. Н. Шабалина. изд. 4-е, перераб. и доп. Москва, 1980. 479 с.
82. Бутько Т. В., Лаврухін О. В. Удосконалення технології організації перевезень в умовах невизначеності на основі раціонального використання засобів транспорту. *Зб. наук. праць*. Донецьк: ДонІЗТ, 2006. Вип. 8. С. 21-29.
83. Бутько Т. В., Данько М. І., Огар О. М., Топчієв М. П. Розробка моделі для визначення витрат палива гірковими локомотивами при насуві та розформуванні составів. *Коммунальное хозяйство городов*. Харьков: Техника, 2004. Вып. 58. С. 217 – 220.
84. Бутько Т. В., Данько М. І., Сіконенко Г. М. Оптимізація роботи мережі залізниць на основі раціонального розподілу сортувальної роботи. *Коммунальное хозяйство городов*. Харьков: Техника, 2004. Вып 58. С.196-200.
85. Бутько Т. В., Долгополов П. В. Удосконалення оперативного управління експлуатаційною роботою залізничного вузла з використанням математичного апарату нечіткої логіки. Наука в транспортному вимірі: тези доповідей І Міжнародної науково-практичної конференції. Київ Міністерство транспорту та зв'язку України, 2005. С. 243.
86. Козаченко Д. М., Березовий М. І., Коробйова Р. Г. Оптимізація розподілу сортувальних колій між призначеннями плану формування. Проблеми економіки транспорту: VII міжнар. наук. конф. (Дніпропетровськ, 24-25 квітня 2008 р.). Дніпропетровськ, 2008. С. 33.
87. Березовий М. І. Определение эксплуатационных расходов при усовершенствовании специализации сортировочных путей. *Транспортні системи та технології перевезень*, /Днепропетровский національний университет залізничного транспорту ім. Академіка В. Лазаряна. Днепропетровск, 2011. Вип. 1. С. 5-8.
88. Железнодорожные станции и узлы: учебник / под ред. В. И. Апатцева, Ефименко Ю. И.. Москва, 2014. С. 855.
89. Воркут А. І., Коцюк О. Я., Лебідь І. Г., Мельниченко О. І. Транспортно-експедиторська діяльність: навч. Посібник-Київ: УТУ, 1998. С. 264.
90. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. Київ.: Вища шк., 1986. 447 с.

91. Воркут Т. А. Модель управління процесами транспортного обслуговування підприємства. *Автошляховик України*. 2001. № 3. С. 6–9.
92. Воркут Т. А. До моделювання систем транспортного обслуговування. Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. Київ: НТУ, ТАУ, 2003. Вип. 16. С. 253–256.
93. Далека В. Х. Наукові основи ресурсозбереження при експлуатації міського електричного транспорту: автореф. дис. д-ра техн. наук: Київ, 2005. 36 с.
94. Данько М. І. Удосконалення методичного забезпечення ресурсозберігаючих технологій перевізного процесу залізничного транспорту. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2004. Вип. 64. С.123-126.
95. Данько М. І. Удосконалення планування перевізних процесів на залізничному транспорті методами нечіткої логіки. *Новини науки Придніпров'я*. 2005. № 2. С.55-58.
96. Данько М. І. Узагальнена схема перевізного процесу залізницями України та її моделювання на кольорових мережах Петрі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2005. № 3. С.57-60.
97. Жуковицкий И. В. Области "безразличного" управления в задаче регулирования скорости скатывания группы вагонов. *Пробл. упр. и информатики*. 1999. N 4. С. 28-36.
98. Жуковицкий И. В., Остапец Д. А. Методика оценки состояния напольного оборудования с использованием микропроцессорных контроллеров. *Інформаційно–керуючі системи на залізничному транспорті*. 2001. № 6. С.8–12.
99. Жуковицкий И. В., Остапец Д. А. Совершенствование алгоритмов работы регулятора тормозной позиции. *Інформаційно–керуючі системи на залізничному транспорті*. 2006. № 2. С.3–7.
100. Кірпа Г.М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: Монографія. 2-ге вид., переробл. і допов. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2004. 248 с.
101. Котенко А. Н. Повышение эффективности и надежности работы грузовых станций: Учебн. пособ. Харьков: ХарГАЖТ, 1994.- 80 с.
102. Котов В. Е. Сети Петри. Москва: Наука, 1984. 160 с.

103. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. - Москва: Радио и связь, 1982.- 432 с.
104. Данько М. І., Котенко А. М, Мкртчян Д. І., Пилипейко О. М. Математичні моделі вантажної станції (обслуговування автотранспорту). *Зб. наук. праць*. Харків: ХарДАЗТ, 2001. Вип.47. С.12-18.
105. Мачерет Д.А. Анализ конъюнктуры транспортного рынка: теоретические основы. Ж.-д. транспорт. Сер. Маркетинг и коммерч. деятельность. 1997. Вып. 2.
106. Мироненко В.К., Габа В. В. Оптимізація чисельності парку транспортних засобів в умовах коливання попиту на перевезення. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2003. Вип. № 3. С. 29-31
107. Мироненко В. К., Тітов М. Ф., Габа В. В. Концепція впровадження вантажних поїздів – нічних експресів. *Залізничний транспорт України*. 2003. № 3. С. 16-18.
108. Нагорний Є. В., Альошинський Є. С., Павленко О. В. Методика вибору варіанта інтенсивної технології вантажоруху в транспортному вузлі з домінуючим сектором залізничного транспорту. *Автомобильный транспорт*. Харьков: ХНАДУ. *Сб. науч. тр.*, вып. 12. 2003. с. 15 – 19
109. Нагорний Є. В., Альошинський Є. С., Павленко О. В. Теоретичні основи для розробки уніфікованої технології вантажного руху в транспортних вузлах. *Автомобильный транспорт*. Харьков: ХНАДУ. *Сб. науч. тр.*, вып. 10. 2002. С. 17 – 20.
110. Нагорний Є. В., Павленко О. В. Логістична концепція реструктуризації вантажних комплексів транспортних вузлів. *Вісник.. Національний транспортний університет та Транспортна академія України*. Київ, вип. 6. 2002. С. 128-133.
111. Resource-Saving Technologies of Railway Transportation of Grain Freights for Export . D. Kozachenko, R. Vernigora, V. Kuznetsov, N. Lohvinova, R. Rustamov, A. Papahov . *Archives of Transport*. 2018. Vol. 45, № 1. P. 63–74. URL: 10.5604/01.3001.0012.0944.
112. Козаченко, Д. Н., Мурадян О. В., Олег В. В Совершенствование организации местной работы железных дорог на участках погрузки зерновых

- грузив. *Транспортні системи і технології*. 2018. Вип. 16. С. 45–53. URL: 10.15802/tstt2018/164063.
113. Adaptation of Ukrainian Grain Elevators for Unit Train Loading . D. Kozachenko, V. Bobrovsky, O. Ochkasov, A. Shepotenko, Yu. Hermaniuk. *Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems (ITELMS'2018) : The 12th International Scientific Conference, 27–28 April 2018, Panevėžys, Lithuania*. Kaunas University of Technology. – Panevezys, 2018. P. 125–133.
114. Pavlenko O., Velykodnyi D. The choice of rational technology of delivery of grain cargoes in the containers in the international traffic. *International journal for traffic and transport engineering*. Belgrade, Serbia, 2017, Vol. 7(2), P. 164-175.
115. Shramenko, N., Pavlenko, O., Muzylyov, D.: Information and Communication Technology: Case of Using Petri Nets for Grain Delivery Simulation at Logistics System, *CEUR Workshop Proceedings*, 2019. Vol. 2353, P. 935-949.
116. Павленко О. В., Волкова Т. В. Удосконалення управління якістю доставки зерна автомобільним транспортом на території України. *Комунальне господарство міст*. 2020. № 154 (1). С. 216-222.
117. Shramenko, N., Pavlenko, O., Muzylyov, D. Logistics Optimization of Agricultural Products Supply to the European Union Based on Modeling by Petri Nets. In: I. Karabegović (Ed.). *New Technologies, Development and Application III*. NT 2020. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2020, Vol. 128, P. 596-604. Cham: Springer.
118. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика.- Москва: Высшая школа, 1972.368 с.
119. Кокс Д., Льюис П. Статистический анализ последовательностей событий. Москва: Мир, 1969. 312 с.
120. Butko T., Prokhorchenko A., Muzykin M. Improvement of methods for determining locomotive circulation patterns with regard to the technological features of car-stream flows. *East-European Journal of Advanced Technologies*. 2016. Vol. 5. No. 3. P. 47-55.

