

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 зерновоза.

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 зерновоза 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 7.6 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 car due 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. Вип. 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, індустріальні 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
1.1. Загальна характеристика існуючої моделі перевезення зернових вантажів	25
1.2. Аналіз існуючої технології перевезення зернових та масляничних вантажів.	34
1.3. Передумови розробки нових методів управління розподілом рухомого складу та методів управління залізницею в умовах реформування галузі.....	38
1.4. Аналіз наукових досліджень в області проблем формування відправок зернових вантажів.....	43
1.5. Дослідження особливостей топології залізничної дільниці при виконанні роботи із зерновими вантажами	49
1.6. Висновки до розділу 1	54
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В РИНКОВИХ УМОВАХ.....	57
2.1. Формалізація задачі впровадження перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами в існуючих умовах	57
2.2. Розробка технології раціонального розподілу порожнього рухомого складу при перевезенні зернових вантажів ступеневими маршрутами.....	61
2.3. Оцінка якості результатів моделювання	67
2.4. Формування загального варіанту перевезення зернових вантажів залізничним транспортом.	69

2.5.	Висновки до розділу 2	75
РОЗДІЛ 3.....ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОЛІГОНІ		
3.1.	Створення ефективної технології формування залізничних маршрутів із зерновими вантажами за допомогою моделей на мережі Петрі	77
3.2.	Формалізація технології формування ступеневого залізничного маршруту зернових вантажів на базі техніко-економічної моделі	87
3.3.	Висновки до розділу 3	97
РОЗДІЛ 4..... ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ФОРМУВАННЯ СТУПЕНЕВОГО МАРШРУТУ ІЗ ЗЕРНОВИМИ ВАНТАЖАМИ		
4.1.	Удосконалення технології перевезень зернових вантажів залізничним транспортом за допомогою АРМ та СППР оперативного персоналу.....	100
4.2.	Впровадження методів систем підтримки прийняття рішень в процес перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами	103
4.3.	Економічне обґрунтування ефективності впровадження запропонованої технології перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами	111
4.4.	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 (ССУ 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 (ССУ 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 управління 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 вищій 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, зведено 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.

РОЗДІЛ 1

СТАН СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ
ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ТА ЇЇ ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1. Загальна характеристика існуючої моделі перевезення зернових вантажів

Останні тенденції в розвитку ринку зернових і масляничних вантажів є найбільш прогресуючими та визначальними в розвитку економіки країни. Широкий спектр надання логістичних та організаційних послуг з всього кола, питань пов'язаних із експортом вищевказаних вантажів, зобов'язує перевізника організувати оптимальні умови перевезення із отриманням найбільш ефективних якісних показників. Питання реформування галузі з кожним роком набуває більшої актуальності і в той самий час вимагає значно гнучкіших інструментів її впровадження, зважаючи на об'єктивні складові сьогодення. Таким чином впровадження будь яких інновацій в організацію перевезення мають відповідати вимогам існуючого інфраструктурного потенціалу, мінімізації коштів на її впровадження і створення умов для нормалізації інвестиційного клімату в галузі на всіх можливих рівнях. Для надання повноти актуальності питання розглянемо ключові аспекти у формуванні процесу перевезення.

Після проведення стислого аналізу структури залізничних вантажних перевезень можна зробити висновок, що згідно з даними Держстату частка аграрного сектору складає приблизно 20-22 % загального обсягу перевезень у галузі. Тенденція розвитку обсягів перевезення зернових вантажів (рисунок 1.1) за останні роки має поступову динаміку до зростання і повинна мати коректне відображення в рішеннях оператора інфраструктури.

На даний момент тенденція до поступового зростання має всі підстави для подальшого зростання таких показників, проте відчутно меншою динамікою. Підґрунтям для таких прогнозів є суттєвий попит на зернові та

масляничні вантажі, який має наш товар за кордоном, зважаючи на існуючі вихідні дані нашої землі.

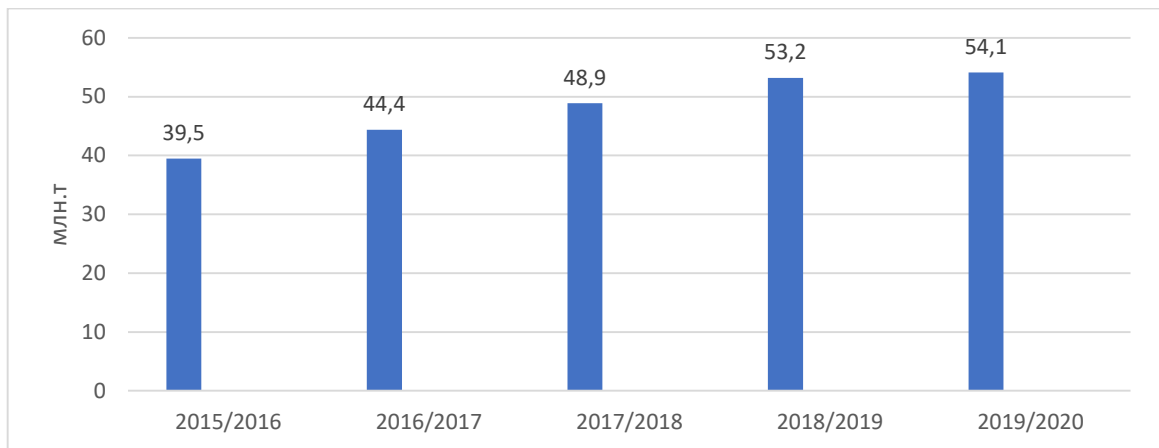


Рисунок 1.1 - Динаміка обсягів експорту зернових і масляничних вантажів

Основний потік зернових вантажів в Україні спрямовано різними видами транспорту до морських портів на експорт. Розподіл обсягів перевезень за видами транспорту наведено на рис. 1.2 (за даними Мінагрополітики України за 2016 р.).

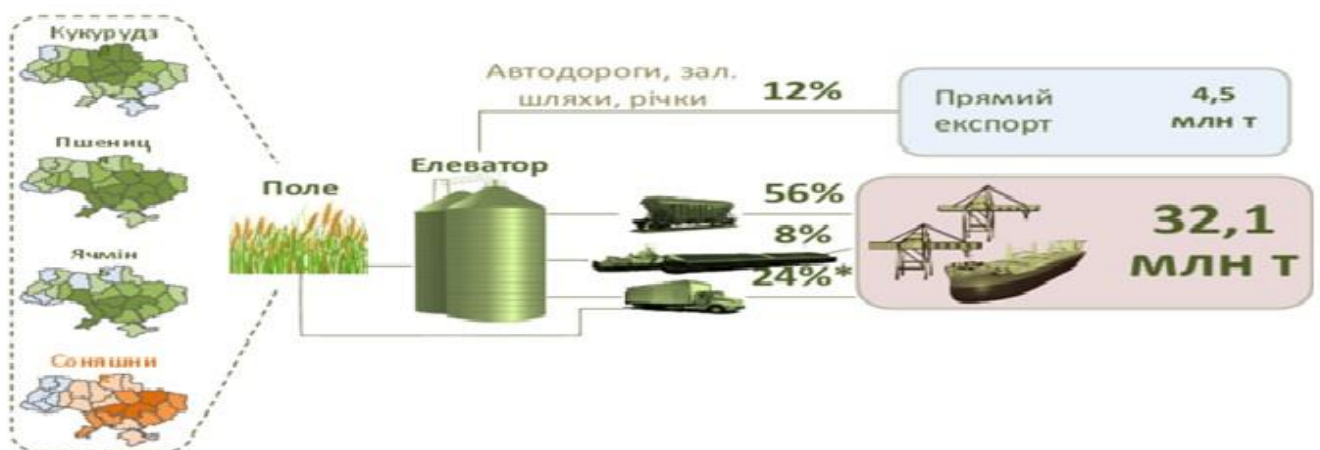


Рисунок 1.2 - Розподіл обсягів перевезень зернових вантажів за видами транспорту 2016 р.

Із рис. 1.2 видно, що основну частину перевезення зернових і масляничних вантажів забезпечує АТ Укрзалізниця, а нормативно-правові обмеження в питанні навантаження на одну вісь автомобільного транспорту і незадовільний технічний стан автомобільних доріг роблять залізницю першим і визначальним перевізником зернових вантажів у країні.

Потреба в реформуванні галузі обумовлена не тільки необхідністю інтегрування до світових вимог в якості надання послуг перевезення, а і залучення на коректних умовах інвестицій до інфраструктурної складової. Ситуація в цьому напрямі пов'язана із незадовільним технічним станом і дефіцитом локомотивної тяги та рухомого складу (додаток А) на фоні існуючих обсягів.



Рисунок 1.3 – Основні експлуатаційні показники вагона-зерновоза та локомотива

Такий розвиток обумовлено дефіцитом інвестицій і на сьогодні динаміка розвитку цього питання не є позитивною. Залучення інвестицій від вантажовідправників із обмеженими можливостями не відбувається через

відсутність адекватних важелів управління. За останніми даними, кількість вагонів власного парку вже перевищило інвентарний.

ЧАСТКА ПАРКУ ЗЕРНОВОЗІВ АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ» В ЗАГАЛЬНОМУ РОБОЧОМУ ПАРКУ (станом на 19.03.2019)

Робочий парк зерновозів АТ «Укрзалізниця» в порівнянні з 2018 роком зменшився на 1067 вагонів і становить 9997 одиниць, або 49% від загального парку, тоді як парк зерновозів інших приватних власників збільшився на 4 981 вагон і становить 10 412 одиниць, або 51% від загального робочого парку зерновозів.

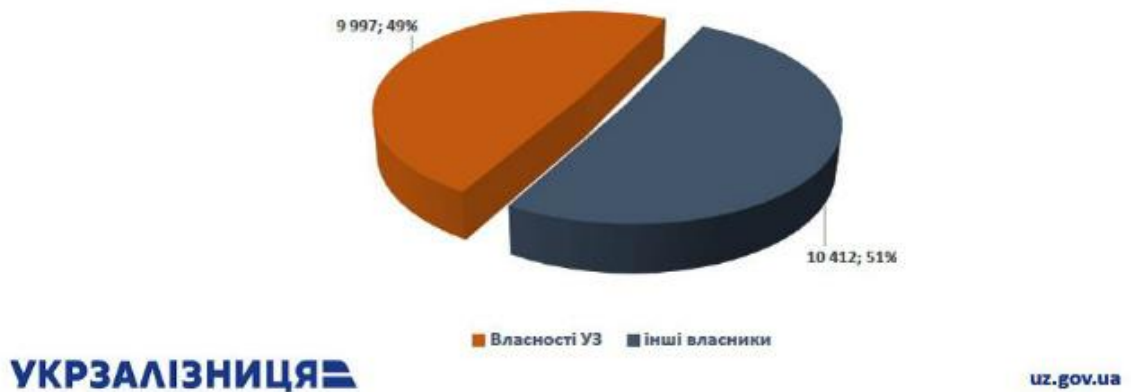


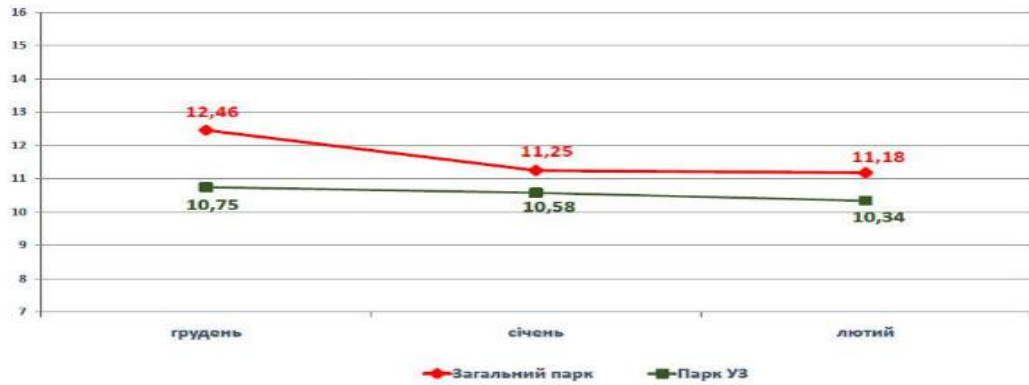
Рисунок 1.4 – Співвідношення загального інвентарного парку УЗ і вагонів інших форм власності

Незважаючи на значну кількість залучених вагонів інших форм власності, це не вирішує питання в забезпеченні рухомим складом, зокрема вагонами-зерновозами. Наявність такої кількості вагонів різних форм власності досить відчутно ускладнює оперативну роботу оператора інфраструктури через певні договірні відносини між ним і власником рухомого складу [13].

Динаміка росту обороту власного (рис. 1.5) вагону обумовлена більшим часом на прийняття управлінського рішення власником рухомого складу, коли, керуючись ринковими принципами, власний вагон «шукає» найбільш вигідний варіант для прямування своїх вагонів. Так, розглядається питання ставки за перевезення, станція навантаження і вивантаження, вантаж що буде перевезено. Окрім того у власника такого рухомого складу є оперативна інформація про можливості вивантаження вагона в порту, цінову складову вантажу та інші фактори якими він керується при прийнятті рішення. На даний

момент плата за користування інфраструктурою та зберігання є незначною що дозволяє власнику рухомого складу мати час на приймання рішення.

Середньодобовий обіг ЗРВ за грудень 2018 – лютий 2019 рр.



УКРЗАЛІЗНИЦЯ

uz.gov.ua

Рисунок 1.5 – Динаміка обороту вагонів інвентарного парку та вагонів інших форм власності

По-друге, із утворенням ситуації з дефіцитом вагонів-зерновозів інвентарного парку в експлуатаційній роботі з'явився такий термін, як дефіцит інвентарного парку. Суть утворення перевезення зернових вантажів полягає в ринкових стосунках між виробником та експортером у порту. Виняток становить місцевий споживач, частка якого в залізничному сполученні досить незначна, зважаючи на достатньо рівномірний розподіл зернових і масляничних вантажів по території України [14]. Цю частку перевезень майже повністю забирає автомобільний транспорт, зважаючи на його мобільність, простоту в організації перевезення та здатність задовольнити замовника протягом всього року.

Метою дисертаційної роботи є вирішення наукового завдання організації та управління перевезеннями зернових вантажів залізничним транспортом у сучасних умовах значних коливань обсягів їх перевезень і нестачі рухомого складу. Однією з умов функціонування ринку перевезення зернових є забезпечення справедливих ринкових умов для трейдерів усіх рівнів. Технологічні та функціональні можливості кожного з них можна виділити

після аналізу інфраструктури безпосередньо вантажоутворюючих підприємств. На сьогодні головними підприємствами, що забезпечують процес навантаження, є елеватори. Зважаючи на їхній потенціал, сьогодні їх можна поділити перш за можливістю формувати маршрутні відправлення. Для виконання такого завдання елеватор повинен мати достатню переробну спроможність, здатність накопичити певну кількість вантажу для забезпечення навантаження маршрутної відправки, колійний розвиток і засоби для навантаження маршруту в обґрунтований час. Якщо станція має більше одного елеватора, то сумісними зусиллями станція, до якої вони примикають може отримати ознаку маршрутної.

Полігоном дослідження при виконанні аналітичної частини роботи є дільниці Харківської дирекції залізничних перевезень. Ключові тенденції на ринку перевезення зернових вантажів, їх зв'язок і відповідні залежності певних чинників і залежність від інших дільниць АТ «Укрзалізниця» відстежувалися за статистичними звітами вантажоутворюючих підприємств та експлуатаційних показників на дільницях Харківської дирекції.

Повертаючись до питання маршрутизації до станції Савинці Харківської дирекції залізничних перевезень примикають 2 елеватори. Савинський елеватор ДПЗКУ має технологічну спроможність відвантажувати на залізничний транспорт 1000 т за добу та загальну зернову місткість 146,5 тис. т., проте маршрутної ознаки станція не має. На сьогодні на залізниці існує 360 станцій (рисунок 1.6), які відвантажують зернові вантажі, і лише 77 (21.4 %) із них мають ознаку маршрутної [15].

Переважає більшість елеваторів на станціях із маршрутною ознакою є власністю крупних агротрейдерських підприємств до яких належать такі організації, як Нібулон, Кернел, Луї Дрейфус та інші. Організація експорту в таких підприємствах базується на власності інфраструктури, починаючи від сільськогосподарських земель і елеваторів до власного рухомого складу. Наявність такого потенціалу дозволяє заздалегідь планувати роботу, мати безліч переваг на всіх етапах експорту, що у свою чергу частково

унеможливіє ринкові умови в регіонах тяжіння таких підприємств. Саме ці учасники перевізного процесу належать до першої групи вантажовідправників.

ДОВІДНИК ПЕРЕЛІКУ СТАНЦІЙ, ЯКІ МАЮТЬ МОЖЛИВІСТЬ ФОРМУВАТИ ВІДПРАВНИЦЬКІ МАРШРУТИ З ВАГОНІВ – ЗЕРНОВОЗІВ ЗА ДОБУ

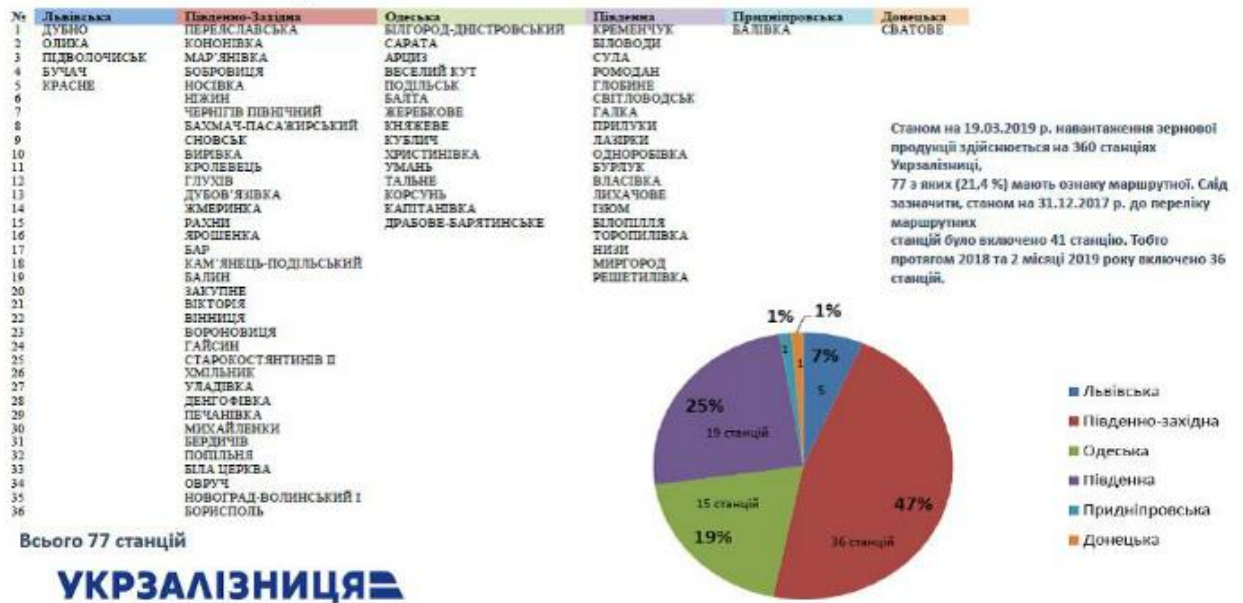


Рисунок 1.6 – Графічне відображення загальної кількості станцій які навантажують зернові вантажі на фоні їхньої маршрутної ознаки

Окрім ознаки маршрутності сучасну мережу елеваторів можна розділити на певні категорії відносно їхнього виробничого потенціалу. Так, частка елеваторів, спроектована та введена за радянських часів на сьогодні не відповідає сучасним вимогам. Життєвий цикл вантажу на елеваторі проходить певні етапи приймання вантажу, очищення, за необхідності сушіння, зберігання та відвантаження у вагони. Технічний стан пристроїв на таких підприємствах не дозволяє своєчасно і якісно забезпечувати виконання робіт, що призводить до утворення черг із автомобільного транспорту. Особливої актуальності така ситуація набуває під час збирання кукурудзи, що за наших кліматичних умов збирається з перевищенням допустимої, за державними стандартами, вологості. Волога кукурудза, яка знаходиться в кузові автомобіля, залежно від відсотка вологи може після двох діб простою в

очікуванні вивантаження, стати непригодною для експорту, що спричиняє суттєві збитки виробнику. Майже щорічно в районах північної України де середня врожайність становить більше 100 Ц/Га у пікові періоди збирання врожаю виробник не має змоги привести товар до державного стандарту, і кукурудза лежить просто неба в очікуванні технологічних можливостей елеватора.

Якщо на елеваторі якість відвантаженої кукурудзи визначається вагонами, то в порту така оцінка дається навантаженій баржі місткістю близько 10 тис. т. Так, за минулий фрахтовий рік ціна на вітчизняну кукурудзу на світовому ринку за експертними оцінками, була на 18 % нижче світової.

Більшість елеваторів, які не в змозі надати якісну послугу у визначений термін, є власністю Державної Продовольчо-зернової корпорації України (ДПЗКУ), що, зважаючи на певний дефіцит фінансування, не мають коштів на оновлення свого обладнання відповідно до сучасних вимог. Така ситуація спричинила появлення елеваторів на базі під'їзних колій, що через об'єктивні причини були закриті. Технологічно і елеватори здатні виконувати всі операції які передбачені вимогами стандартів експорту зернових вантажів. Сучасні методи вивантаження та подачі зерна в бункер, засоби сушіння, очищення дозволяють суттєво скорочувати експлуатаційні витрати, що у свою чергу може зменшити ціни на послуги, які виставляє такий елеватор клієнту.

Значною часткою у формуванні собівартості зерна на елеваторі складають витрати на автомобільний транспорт, який доставляє зернові вантажі з поля або зі складу виробника. У такому випадку більш розширена карта елеваторів дозволяє створити ринкові умови для функціонування цього сегмента інфраструктури. Так, по станції Заоскілля Куп'янської дирекції, окрім елеватора старого зразка, існує ще три нових. Однією з переваг цих елеваторів є персональна робота з кожним із клієнтів, що може бути надана завдяки технологічній гнучкості. Велика черга на елеваторах старого типу та відсутність альтернативи виробничих ліній змушує надавати послуги за

єдиним середньодобовим реєстром, що спричиняє незадоволення і втрати коштів певної кількості клієнтів [112].

Власники новоутворених елеваторів можуть мати невелику кількість власного рухомого складу та надавати експедиторські послуги для інших трейдерів. Середньодобове навантаження на таких елеваторах сягає 20 вагонів, що може стати вагомою часткою формування ступеневого маршруту. Власників такої інфраструктури слід віднести до другої категорії вантажовідправників і розглядати їх у певних регіонах вантажоутворюючими.

Ще однією категорією відправників, що формує ринок, є категорія трейдерів із обмеженими функціональними можливостями. Такі трейдери не мають достатніх коштів для закупівлі товару з метою зберігання для подальшого перепродажу, у більшості випадків не мають власного рухомого складу та інфраструктури для забезпечення всіх технологічних операцій при організації перевезення. До переваг таких трейдерів слід віднести мобільність та гнучкість в більшості експлуатаційних питань і більш лояльні відносини з виробником. В арсеналі цих компаній може бути так званий зерновий «ковчег» (додаток Б).

У додатку Б наведено один із варіантів відвантаження зерна в порт без надання послуг елеватора та будь-яких складських операцій. Така ситуація можлива при збиранні зернових вантажів за сприятливих погодних умов, наявності комбайну відповідного класу та якості вирощеного товару. Таким чином за вищевказаних умов можна відвантажувати пшеницю, ячмінь, сою та кукурудзу. Для організації такої відправки трейдеру достатньо мати автомобіль самоскид, під'їзну колію з відповідною можливістю навантажувати відповідну номенклатуру, а в більшості випадків місця і загального користування. Зважаючи на зростаючий технічний потенціал виробника, який для можливості вибору реалізації свого товару в певних випадках має можливість зберігати його у відповідній до державних стандартів якості, це дозволяє відвантажувати зернові вантажі протягом усього року.

Експлуатаційні витрати, перелік яких надає елеватор, у такому випадку скорочуються до мінімуму, що дозволяє мати певні переваги навіть перед великими гравцями. Так, категорія трейдерів потребує наявності рухомого складу саме інвентарного парку. В більшості випадків власник рухомого складу за рахунок плати за користування вагонами та наданням експедиторських послуг не дозволяє отримувати додатне сальдо між витратами та надходженням коштів від експортера, що унеможлиблює такі перевезення [89, 95].

Експлуатаційним рішенням задоволення потреб таких відправників є формування ступеневих маршрутів - це маршрути, сформовані з вагонів, пред'явлених різними вантажовідправниками на місцях загального або незагального користування, що примикають до однієї залізничної станції (станційний ступеневий маршрут), одним вантажовідправником (власником залізничної колії незагального користування) або різними вантажовідправниками (власниками залізничних колій незагального користування) на декількох залізничних станціях дільниці або залізничного вузла (дільничний або вузловий ступеневий маршрути). [58, 113].

1.2. Аналіз існуючої технології перевезення зернових та масляничних вантажів

Аналізуючи ситуацію із перевезенням зернових і масляничних вантажів, слід зазначити, що ситуація в плановій організації докорінно змінилася з початком зменшення обсягів перевезення вантажів взагалі та формуванням дефіциту вагонного парку та локомотивної тяги. Мережа розподілу вантажоутворюючих пунктів зернових і масляничних вантажів є досить рівномірною і не має визначальних районів тяжіння, якщо порівнювати її залізничною мережею. Така ситуація в купі з рівномірністю пунктів навантаження та сприятливими обсягами перевезення інших груп вантажів дозволяла ефективно планувати місцеву оперативну роботу відвантаження

зернових вантажів, керуючись цілковито місцевим планом. Характер тяжіння до портів нашої групи вантажів забезпечувала відповідна робота сортувальних станцій.

Зважаючи на об'єктивні зовнішні чинники починаючи з 2014 року ситуація перевезення зернових вантажів поступово почала набувати певних негативних тенденцій (рисунок 1.7). Відчутні зміни у плануванні оперативної роботи почалися у 2018 році, що були обумовлені на ринку залізничних перевезень зернових закриттям частини малодіяльних станцій. Економічна ситуація змусила ряд вантажовідправників суттєво зменшити обсяги перевезень, а деяких тимчасово припинити свою діяльність. Так на станції Харків-Балашівський кількість клієнтів на початок 2015 року зменшилася приблизно на 40%.



Рисунок 1.7 – Динаміка обсягів перевезення УЗ 2015 – 2019 всіх видів вантажів МЛН.Т.

Особливої актуальності ця ситуація набула на станціях, які не мають тяжіння до міст із розвинуеною інфраструктурою. Вантажоутворення зернових вантажів на відміну від інших номенклатур в нашому регіоні як зазначалося раніше, має рівномірний характер, тому певний перелік станцій що

навантажують зернові вантажі опинилися в зоні ризику свого існування. Причиною такої ситуації є собівартість перевезення кожної окремої відправки, що стала відчутно зростати зважаючи на відсутність інших перевізників на таких станціях і навіть певних ділянках.

Аналіз роботи зернових вантажних станцій свідчить, що близько трьох ста станцій з 528 обробляють до двох вагонів зерна на добу. У такій ситуації УЗ розробила критерії експлуатаційних показників, за допомогою яких було визначено 177 малодіяльних станцій з навантаження зерна, роботу яких, на думку фахівців УЗ, доцільно оптимізувати шляхом їх реструктуризації, санації, тимчасового або повного закриття для вантажних операцій. Повністю закрити пропонується 60 станцій, ще 110 станцій закрити для вантажної роботи на період з 1 червня по 1 грудня 2018 року з подальшим відновленням за наявності певної кількості заявок на навантаження.

Ситуація почала набувати негативних наслідків у вигляді скарг від власників інфраструктури, що раптово стала недієвою, і від вантажовідправників із малим і середнім обсягом перевезення, що у свою чергу додало негативу до інфраструктурної привабливості галузі на фоні існуючих зовнішніх проблем. Для вирішення такого завдання АТ "Укрзалізниця" презентувала учасникам аграрного ринку своє бачення питання скорочення кількості залізничних зернових станцій [35]. Суть цієї програми полягає у скороченні експлуатаційних витрат, що не можуть бути раціональними, зважаючи на збільшений порожній пробіг локомотива, утримання в належному стані колійної інфраструктури, пристроїв СЦЗ, кадровий дефіцит працівників комерційного та вагонного цеху. Головною метою таких заходів є скорочення витрат на утримання малодіяльних станцій і за експертними оцінками, такі кроки дозволять заощадити УЗ до 350 млн грн на рік, що будуть витрачені на оновлення вагонного парку і локомотивів.

Результатом таких змін стало збільшення обороту вагона зерновоза із 10,6 діб у вересні 2017 року до 12,8 діб у вересні 2018 року. Починаючи з вересня 2018 року Центр транспортних стратегій реалізує проект «Наш вагон» : на

конкретних прикладах чотирьох вагонів (напіввагона, зерновоза, критого вагона, платформи) відстежується їх рух, у щоденному режимі фіксується місце перебування і операції, здійснювані з ними і. Результат першого етапу такого дослідження показав, що найбільші затримки рейсів зафіксовані у критого вагона : за чотири місяці сумарний час затримки склав 41 добу, на другому місці зерновоз - 20 діб, напіввагон - 18 діб, фітингові платформи - 9 діб.

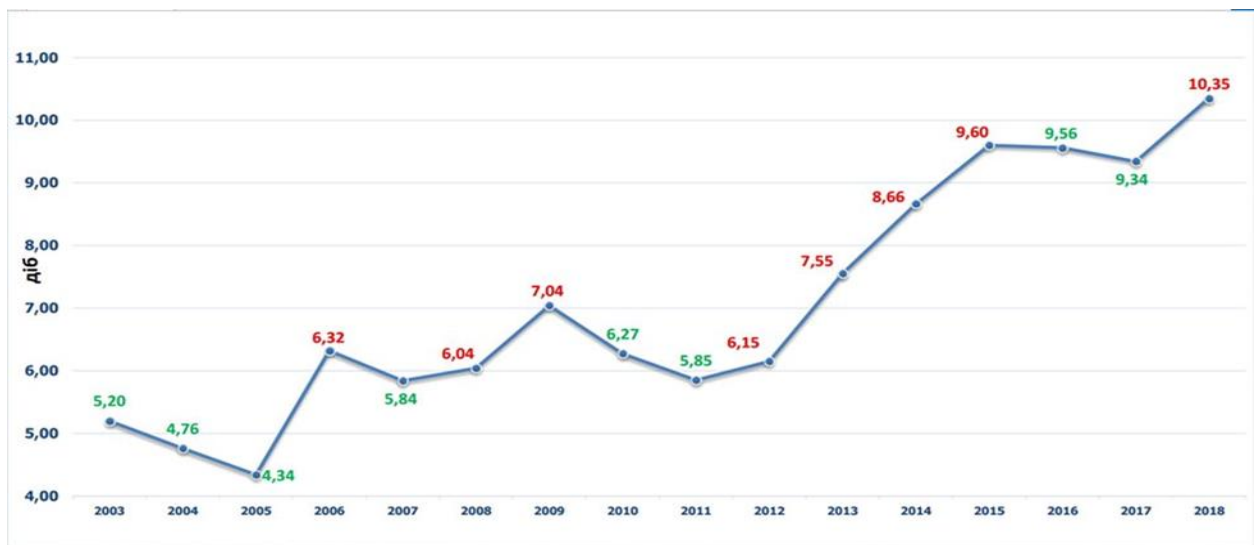


Рисунок 1.8 – Динаміка коливання загального обороту вагонів у період із 2003 по 2018 роки

Зокрема, за нашими даними дослідження, у вагонній відправці середньодобовий пробіг зерновоза становить 85,1 км, критого вагона - 63,8 км, фітингової платформи - 87,9 км, напіввагона - 57,3 км. Тобто середньодобова швидкість руху вагона у вагонній відправці вже більш, ніж у 2,5 рази нижче нормативної швидкості в 200 км/доба. Аналіз даних показав, що формування часу в очікуванні вантажної операції пов'язаний вперш за все з дефіцитом локомотивної тяги на фоні загального зменшення обсягів перевезення. Крім дефіциту інфраструктурних показників, визначається також і нестача людей для здійснення базових операцій з формування і

обслуговування складів, що є безперечно наслідком всіх зазначених вище проблем.

Політика АТ «Укрзалізниця» в умовах закриття малодіяльних станцій і дефіциту інфраструктурних можливостей полягає у створенні ефективних засобів перевезення у першу чергу з точки зору економічної складової і надання пріоритетності маршрутних відправок. Реальний стан сьогодення показує, що реально формувати відправницький маршрут можуть близько 10 компаній, що не може формувати ефективний ринок у цілому. Вирішення широкого кола завдань, що стоять перед оператором інфраструктури, заходить у глухий кут і потребує конкретних управлінських рішень.

1.3. Передумови розробки нових методів управління розподілом рухомого складу та методів управління залізницею в умовах реформування галузі

Аналіз світових тенденцій розвитку ринку експорту зернових вантажів та існуючого інфраструктурного стану залізничного транспорту України показав невідповідність рівня якості транспортної послуги встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Ознак позитивної динаміки набування значущості якості надання сервісних послуг у питаннях часу очікування вантажних операцій, можливості вибору та формування потреби замовника за умови віддаленого доступу вже давно набуває ринок перевезень взагалі, і перевезення зернових не може бути відокремленим від цього процесу. Практичний досвід за часи незалежності моделей функціонування залізниці свідчить, що основною рушійною силою підвищення якості транспортних послуг для залізничного транспорту є відповідність нормам сьогодення щодо якості надання послуги [60, 82, 100, 113]. Головним рушієм розвитку залізничного транспорту, з об'єктивної точки зору, на сьогодні є автомобільний транспорт. Адекватна реакція розвитку вантажних залізничних перевезень в усьому світі залежить від інтегрованого переходу місцевих реалій

монопольного ринку до конкурентного за рахунок дерегуляції та інших управлінських методів [38, 91].

Повертаючись до реформування галузі, слід зазначити, що цілковите її впровадження щодня стає все більш складним. Зважаючи на вищезазначене результати реформування мають відповідати вимогам збереження впливу залізничників на ключові процеси роботи галузі за умов залучення досить відчутних інвестицій з боку користувача послуги. Основою для можливості створення такої ситуації є обопільне виконання питань та умов що виникають під час перевізного процесу. Зважаючи на практичний досвід у плані виконання договірних зобов'язань між різними представниками не зважаючи на їхню вагомість, юридичну форму власності, функціональні чи виробничі можливості, ключовим аспектом у таких договорах є виконання умов прав та обов'язків [48, 90].

Тому першочерговим заданням є створення нової моделі відносин між оператором інфраструктури та користувачем послуги перевезення враховуючи модель формування відправок зернових вантажів і ринкові вимоги організації перевезення зважаючи на всі актуальні аспекти.

Складна та застаріла ієрархічна система управління ресурсом на момент впровадження не може прибігати значних реформ як з точки зору запровадження капітальних вкладень у перебудову галузі, так і в реальній спроможності управляти існуючою інфраструктурою на інших ієрархічних засадах.

Відносини між учасниками перевізного процесу за вихідних умов реформування мають складатися на принципах недискримінаційного доступу до ресурсів інфраструктури. Відповідно до перспективного стану взаємовідносин між учасниками перевезень на вітчизняних залізницях кожен з них здатний вплинути на якість перевезення в цілому [39].

Учасники перевізного процесу за ступенем відповідальності та впливу на забезпечення перевезення потрібної якості поділяються за взаємозв'язком. Такий підхід може бути використаною як основа для обґрунтування розподілу

фінансового результату в умовах підвищенні якості, у тому числі за рахунок забезпечення рухомим складом. Загальна тенденція відносин між учасниками перевізного процесу у форматі виконання прав та обов'язків і взаємної відповідальності зображена на рисунках 1.9 і 1.10.

Виконання таких умов на сьогодні, є беззаперечною вимогою ринку і для виконання таких вимог власник інфраструктури повинен мати певні технологічні інструменти. Однією з таких умов виступає тенденція до розвитку міжнародної транспортної системи в бік зростання залізничних перевезень взагалі. Ефективну діяльність вітчизняного залізничного транспорту неможливо уявити без сучасних інформаційних систем підтримки прийняття рішень (СППР) персоналом у підрозділах, що безпосередньо беруть участь у контейнерних перевезеннях [60, 66, 83]. Для цього необхідно створити єдине інформаційне середовище, яке має формуватись і використовуватись на базі сучасних методологічних підходів. Однією з найбільш важливих особливостей формування бази знань у галузі транспортно-логістичних технологій є слабоформалізований і нечіткий характер критеріїв вибору технологічних альтернатив, їхніх параметрів та обмежень. З іншого боку, обсяг технологічної інформації стає настільки великим, що постає питання щодо автоматичного формування масивів даних про перевезення. Внаслідок цього, в багатьох випадках виявляється неможливим побудова адекватної математичної моделі, що призводить до необхідності використання методів експертних оцінок. Тому перспективним є необхідність розроблення методів, які дозволяють ефективно збирати технологічну інформацію за рахунок використання когнітивних методів та обробляти отримані дані за допомогою нечіткої логіки [97, 5, 103].

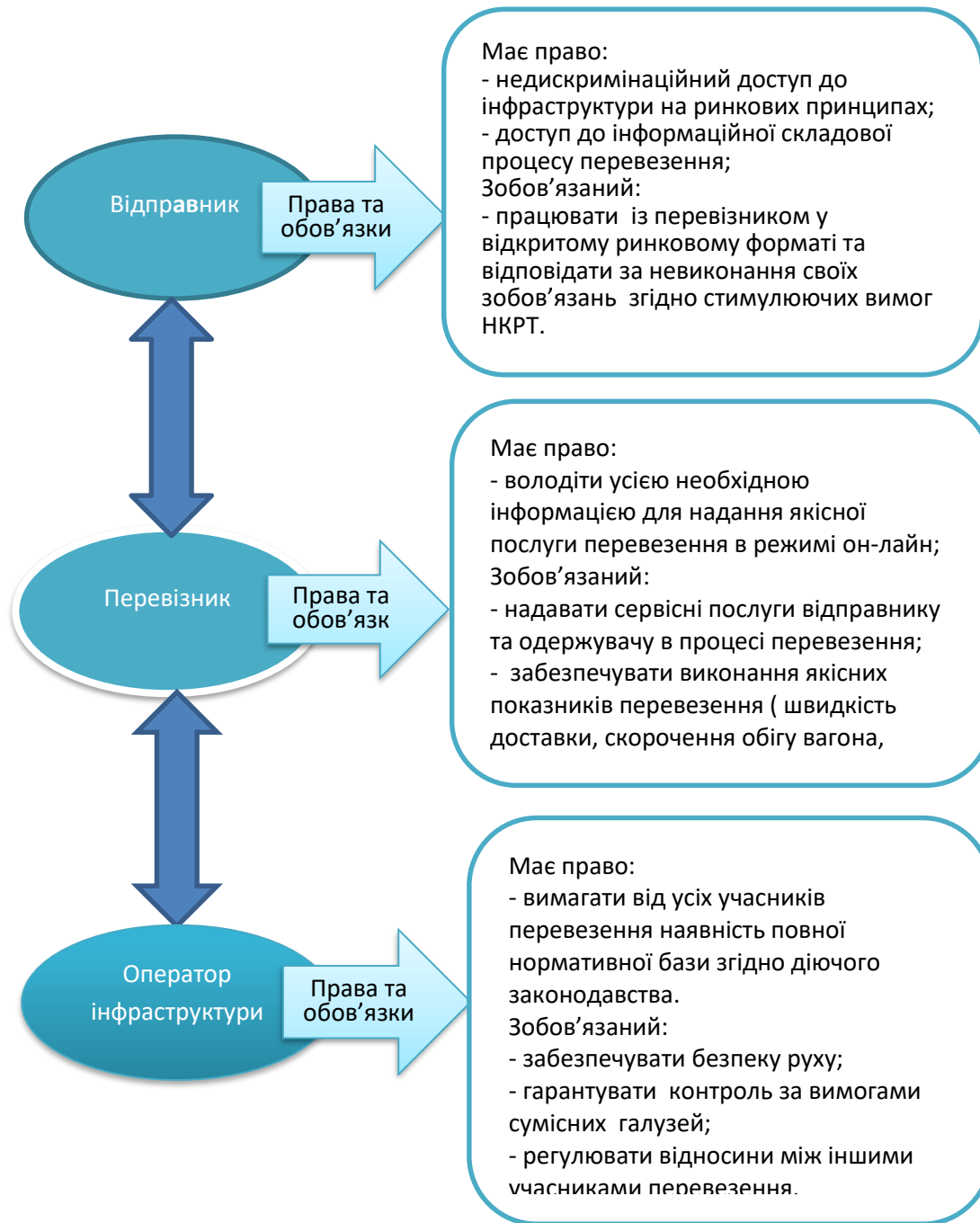


Рисунок 1.9 - Учасники перевізного процесу в розрізі їхніх прав і обов'язків у результаті реформування галузі



Рисунок 1.10 - Функціональна схема основних чинників забезпечення якості транспортного обслуговування та учасники перевізного процесу.

Вихідні дані експорту українського зерна, як і географічний аналіз пунктів вантажоутворення, навантажувальні можливості вантажних станцій, технологічні можливості забезпечення вагонами і тяговим рухомим складом, дають підставу вважати можливим застосування ступеневих маршрутів, але обґрунтування ефективності запропоновано її формалізувати за допомогою моделі на мережі Петрі.

Гібридні дискретні мережі Петрі реалізуються подіями та умовами, поданими абстрактними символами з двох алфавітів, що не перетинаються та які називаються відповідно множинами переходів і множиною позицій [40]. Умови-позиції і події-переходи пов'язані із співставленням безпосередньої залежності (безпосередній причинно-наслідковий зв'язок), що зображується за допомогою спрямованих дуг, що ведуть з позицій у переходи і з переходів у позиції. Позиції, з яких ведуть дуги на даний перехід, є його вхідними позиціями, а позиції, на які ведуть дуги з даного переходу, - вихідними позиціями [6].

1.4. Аналіз наукових досліджень в області проблем формування відправок зернових вантажів.

Окремими питаннями даної проблеми для залізничної мережі України, а саме: розподілення рухомого складу на принципах ресурсозбереження; створення ефективної технології формування залізничних маршрутів; принципів організації місцевої роботи, застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, займалися такі вчені та фахівці: Т.В. Буцько, М. І. Данько, Р. В. Вернигора, О. В. Лаврухін, Д. В. Ломотько, Д. М. Казаченко, В. І. Мацюк, А. М. Окороков, О. В. Павленко, Р. Ш. Рустамов, В. М. Гриценко, А. М. Котенко, В. В. Кулешов, С. В. Панченко, О. М. Огар, Є. В. Нагорний.

Проблемами, пов'язаними з управлінням формуванням методів перевезення різних країн світу, займалися багато вчених і практиків: Danny Schipper, Lasse Gerrits, Ricardo García Ródenas, José Carlos García García, María Luz López García, Bart W. Wiegman, Peter Nijkamp, Piet Rietveld та інші.

Виконання дослідження і проведення аналізу показників перевезення зернових вантажів і відповідних експлуатаційних показників спонукає до виявлення першочергових причин невідповідності ключових показників у процесі перевезення [34]. Для підвищення ефективності функціонування зернової логістики слід враховувати прогнозування попиту на транспортні

послуги для транспортування зернових за допомогою моделювання. Встановлено, що моделювання попиту проводиться з метою отримання основних показників процесу вантажних перевезень, а також їх прогнозування та подальшого покращення. Імовірнісне моделювання вибору раціонального варіанту перевезення передбачає не тільки побудову моделей для аналізу та оптимізації структури як відправницьких, так і ступеневих маршрутів і вибору вантажопідйомності транспорту, але також і прогнозування обсягу перевезень з оцінюванням їх впливу на основні показники ефективності, зниження витрат часу і ресурсів на виконання логістичних операцій [12].

Результати досліджень попиту на транспортні послуги показали, що слід враховувати випадкову природу попиту та особливості ринку перевезення зернових вантажів. Елементарною одиницею, що формує попит, є заявка на транспортне обслуговування – потреба клієнта в послугах, підкріплена купівельною спроможністю й подана на ринок для її задоволення. Заявка на обслуговування є підставою й причиною взаємодії між елементами логістичної системи доставки вантажів – експедитором, перевізником, вантажним терміналом і вантажовласником. Сукупність потенційних і реальних заявок на послуги підприємства утворюють попит на його послуги, відповідно сукупність заявок на послуги всіх підприємств регіону являє собою попит на транспортні послуги в регіоні.

Досліджено роботи науковців, які використовують як основу для моделювання попиту [13, 99] економетричні моделі (лінійна модель регресії OLS, авторегресійна модель з розподіленим лагом ADLM, необмежена векторна модель авторегресії VAR). Такі моделі розраховують еластичність попиту на вантажні перевезення залежно від рівня економічної активності, де ключовими показниками оцінки виступають індекс промислового виробництва і валовий внутрішній продукт за паритетом купівельної спроможності та різними видами транспорту.

Сучасні вимоги до мобільності та здатності прогнозувати мають знаходити своє відображення у впровадженні на залізничній мережі автоматизованих

систем оперативного управління перевізним процесом (АСК ВП УЗ), виключно важливого значення набувають питання єдиного інформаційного забезпечення для всього комплексу завдань, пов'язаних з організацією вагонопотоків на всіх рівнях і технічним нормуванням експлуатаційної роботи. Вирішення проблеми автоматизації розрахунку внутрішньозалізничного плану формування поїздів висуває на перший план завдання автоматизованого інформаційного забезпечення, зокрема отримання розрахункових вагонопотоків [33].

Сучасний стан розвитку транспортно-логістичного комплексу України характеризується великим рівнем зношеності транспортно-логістичної інфраструктури, низьким рівнем інвестиційного рейтингу інфраструктурних галузей, недосконалістю механізмів управління та регулювання діяльності в транспортно-логістичній сфері, дискримінаційним доступом до інфраструктури, відсутністю державного фінансування, низьким рівнем якості транспортно-логістичних послуг, додатковим фінансовим навантаженням інфраструктурних галузей у рамках виконання соціальних функцій держави. Отже, наразі існує термінова потреба у формуванні якісно нових концептуальних положень стратегічного розвитку транспортно-логістичної інфраструктури, спрямованих на створення умов для інтеграції національної транспортно-логістичної системи до світового транспортного простору [16].

Аналіз світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України показав невідповідність рівня якості транспортної послуги встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Одним із напрямів підвищення якості транспортних послуг для залізничного транспорту є лібералізація ринку вантажних залізничних перевезень [17, 96, 110]. Практичний досвід еволюції моделей функціонування залізниць світу свідчить, що комерційне виживання вантажних залізничних перевезень в усьому світі засновано на процесі переходу від монопольного до конкурентного ринків за рахунок дерегуляції транспортної галузі [18, 19]. В основі дерегуляції залізничної галузі є створення умов для започаткування

конкурентного середовища у сфері залізничних перевезень. Розвиток конкуренції реалізується за рахунок розподілу функцій управління інфраструктурою та здійснення експлуатаційної діяльності. Це у свою чергу сприяє створенню незалежних компаній-перевізників, головною умовою функціонування яких є принцип недискримінаційного доступу до інфраструктури.

Вирішення питання оптимізації в умовах реформування галузі керуючись принципами ресурсозбереження, неможливе без впровадження принципів раціонального розподілу існуючих транспортних ресурсів [20]. Створення нових та удосконалення існуючих автоматизованих систем оперативного управління перевезеннями та автоматизованих систем управління вагонними парками залізниць є на сьогодні одним з найактуальніших питань, пов'язаних із прийняттям ефективних регулювальних заходів щодо раціонального використання наявних транспортних засобів різного технічного стану, що забезпечить підвищення ефективності роботи з парком вантажних вагонів. Особливої актуальності питання набирає враховуючи дефіцит вагонного та локомотивного парку, який, на превеликий жаль має ефект із наростаючим підсумком. Недосконалість підходів до прийняття рішення для визначення ефективності розподілу рухомого складу, а саме з урахуванням наявності вагонів необхідної категорії придатності для перевезення заданої номенклатури вантажів і їхньої кількості, не дозволяє повною мірою задовольнити заявки вантажовласників на перевезення. В існуючій системі замовлень на перевезення власник вантажу не має змоги додатково зазначити вимоги до необхідного технічного стану рухомого складу, що надається до навантаження. Раціональна координація роботи елементів транспортно-логістичної системи залізниць, оптимальний перерозподіл між ними обсягів роботи, формування на цій основі інформаційної бази і підходів щодо прийняття обґрунтованих управлінських рішень є однією з головних умов підвищення ефективності і якості функціонування залізниць України. Досягти цього можна за рахунок використання складних методів, що в комплексі

враховують інтереси перевізника, вантажовласника та інших учасників процесу доставки [21]. Питанням, пов'язаним із забезпеченням вантажовласників достатньою кількістю вагонів у повному обсязі, ефективністю розподілу транспортних ресурсів за рахунок розроблення та удосконалення інформаційної системи певних АРМ, взаємодією між фактичною наявністю заявки та здатністю її якісно задовольнити, а також з нестачею рухомого складу та несвоєчасним поданням вагонів під навантаження через низьку пропускну спроможність станцій, приділяється значна увага у наукових працях [22-24].

Враховуючи специфіку перевезення зернових вантажів, а саме тяжіння переважної більшості перевезених залізницею вантажів до експорту через припортові станції, розглянути питання функціонування припортового регіону слід обов'язково. Відповідно до тенденцій світового економічного розвитку в найближчому майбутньому очікується суттєве зростання товарообміну в напрямку Європа – країни Азіатсько-Тихоокеанського регіону. За прогнозами, збільшується перевезення транзитних вантажів і вантажів внутрішнього походження за участю залізничного і морського транспорту. У зв'язку з цим Україна має потенційні можливості для залучення додаткових транзитних потоків через свою територію за цими напрямками [25, 117]. За розрахунками, вантажообіг Євразійського транспортного коридору становитиме 40-50 млн т за рік. Доцільно вважати, що першочерговим завданням інтеграції української транспортної системи в європейську є відповідний розвиток національної мережі, її транспортно-комунікаційної інфраструктури та розбудова логістичних систем. Наслідком цього є необхідність у забезпеченні умов для збільшення транзитних та експортно-імпортних потоків при суттєвому підвищенні якості обслуговування. Забезпечення зовнішньоекономічних і транзитних зв'язків, прискорення інтеграції у світовий транспортний ринок – пріоритетні завдання залізничного транспорту України. Це підвищує роль і значущість удосконалювання перевезень зовнішньоторговельних вантажів, виконаних через сухопутні прикордонні переходи й морські порти, зокрема

вимагає прискорення їх переробки в транспортних вузлах, утворених на стиках залізничного й морського транспорту. Цим питанням присвячено ряд наукових робіт [26-28], але в них недостатньо уваги приділено розподілу порожнього рухомого складу після вивантаження в портах, що у свою чергу має стати відправною точкою для формування маршрутних відправок зернових і масляничних вантажів.

Формування раціональних управлінських рішень ускладнюється наявністю вагонів інших форм власності, при цьому їх кількість на сьогоднішній день складає близько 51 %, і динаміка зростання таких вагонів поки що має позитивний характер. Утворюється конфлікт інтересів, породжуваний недосконалою системою прийняття експлуатаційних рішень. Одним з ефективних заходів організації вагонопотоків є відправницька маршрутизація [29], що має базуватися на логістичних принципах організації перевезення із залученням інших учасників перевізного процесу.

Перевезення зернових вантажів, зважаючи на особливості його перевезення можна глобально розділити на дві основні частини. Перша - це глобальна робота із вантажопотоками та формуванням чіткої технології перевезення, що фактично має кордони від станції формування маршруту до припортової станції. Друга частина - це місцева робота що має враховувати особливості кожного регіону навантаження і сезонні коливання [30]. Основне завдання системи організації місцевої роботи – забезпечення ефективності транспортного конвеєра в умовах нерівномірності вагонопотоків з метою зменшення часу обороту місцевого вагона, скорочення простою технічних засобів і людських ресурсів на вантажно-розвантажувальних фронтах, удосконалення взаємодії з іншими видами транспорту і великими підприємствами, а також раціональне використання локомотивів і вагонів [31-34].

1.5. Дослідження особливостей топології залізничної дільниці при виконанні роботи із зерновими вантажами

Впровадження автоматизованих технологій у роботі з зерновими вантажами, що базується на використанні ступеневих маршрутів, потребує формалізації процесу перевезень у вузлі, дирекції або на певному полігоні в межах необхідної компетенції у вигляді динамічної оптимізаційної задачі [59-61]. Цільову функцію моделі зважаючи на технологічні особливості ступеневого маршруту можна подавати як суму експлуатаційних витрат на виконання місцевої роботи за період формування та відправлення маршрута.

Як зазначалося раніше, інфраструктура відправника має тенденцію невпинного зростання та розвитку, а існуючий інфраструктурний потенціал під час реформування виділяє в собі пункти концентрації вантажної роботи. Основним принципом, за яким планується створення пунктів концентрації, є розроблення окремої укрупненої транспортної одиниці, яка самостійно виконує свої функціональні зобов'язання. Зважаючи на це кожен пункт концентрації повинен мати опорну станцію, яка має стати механізмом по управлінню логістичною системою управління запасами в межах свого пункту концентрації.

Зважаючи на той факт, що робота з організації ступеневого маршруту має періодичний характер, а загальні обсяги вантажної роботи мають низьку оцінку, планування місцевої роботи в таких випадках повинно базуватись на принципах зменшення експлуатаційних витрат. Окрім того, в Україні вперше була презентована он-лайн платформа, що дозволяє різним вантажовідправникам у межах одного залізничного полігону домовлятися про об'єднання власних групових відправок для організації спільних ступеневих маршрутів [62]. Як зазначив один з представників компанії-розробника сервісу Transithub, в основі ідеї лежить принцип самоорганізації учасників логістичного ринку сільгосппродукції на базі інформації щодо логістики вагонних і групових перевезень одного з найбільших гравців ринку. Це

дозволяє узгодити на визначену дату навантаження значних груп вагонів різних вантажовідправників на декількох поряд розташованих станціях для відправлення спільного ступеневого маршруту на одну станцію призначення. Такий підхід, окрім поліпшення експлуатаційних показників залізниці дозволить розпочати роботу зі співпраці з вантажовідправником на цікавих насамперед для нього позиціях. Формування ринку на місцевому рівні зменшить загальні витрати вантажу в порту, що дозволить додатково конкурувати вітчизняному товару на світовому ринку.

Отже, для отримання підґрунтя щодо доцільності застосування технології переробки зернових вантажів ступеневими маршрутами як універсальної моделі проведено аналіз структурності дирекцій Південної залізниці.(рис. 1.11-1.13)

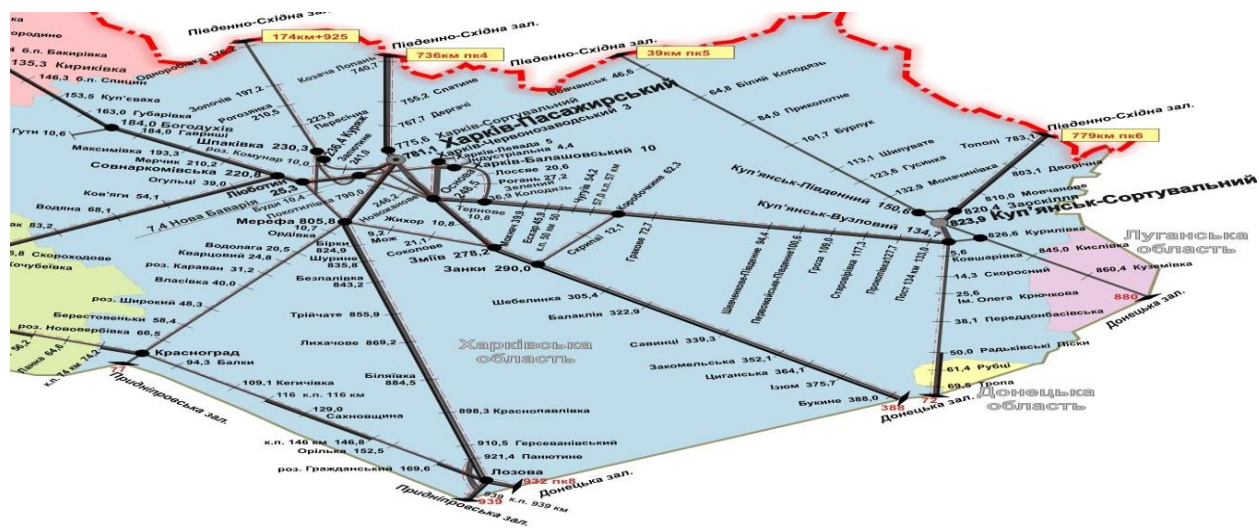


Рисунок 1.11 – Структура Харківської дирекції залізничних перевезень

Структурна картина дирекції наявно показує в складі сформованої дирекції два залізничні вузли, які є основою для формування дільниць. Кожна з таких дільниць залежно від технологічних особливостей може мати один або декілька диспетчерських локомотивів. Така ситуація вимагає певного дослідження топології дільниці.

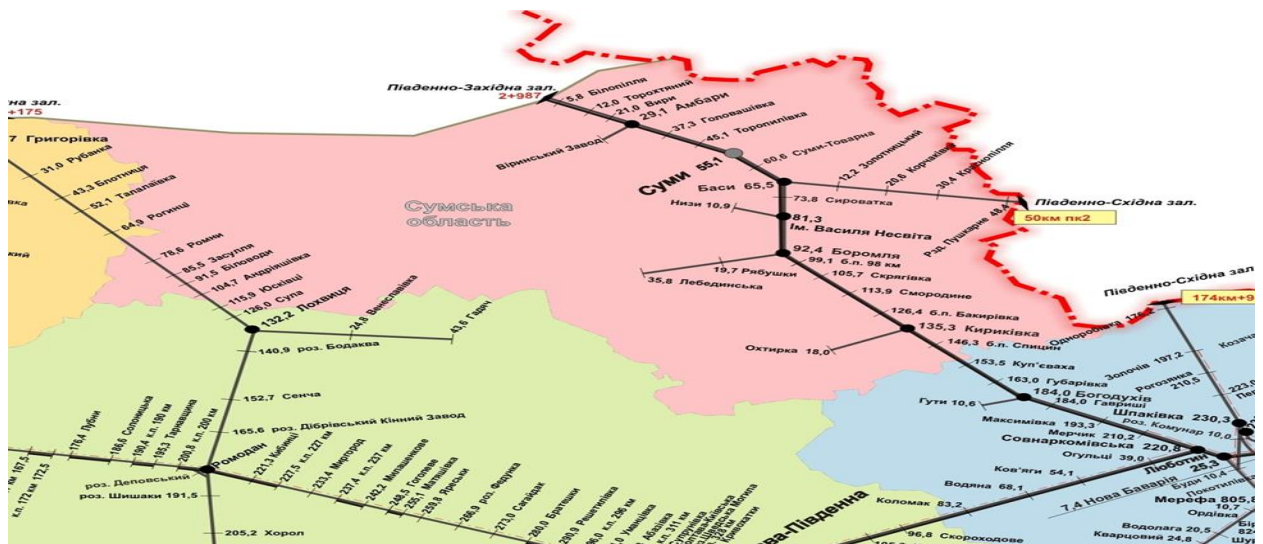


Рисунок 1.12 - Структура Сумської дирекції залізничних перевезень

Структура Сумської дирекції близька до Харківської, виняток становлять розташування станцій Охтирка та Лебединська. Аналіз роботи дільниць Харківської, Сумської та Полтавської дирекцій залізничних перевезень наявно показує що для формування ступеневого маршруту оптимальним є наявність від двох до п'яти станцій на дільниці. У випадку якщо на одній станції існує більше одного відправника, технологічно такий маршрут слід вважати відправницьким. Якщо кількість станцій перевищує п'ять, то як правило, деякі з них є станціями з малим обсягом роботи і вони технологічно є частиною станції, яка в такому випадку буде пунктом концентрації (наприклад Зміїв та Занки). В інших випадках як то дільниця від Полтави – Південної до станції Ромодан, існують станції, що технологічно виконують зобов'язання пункту концентрації, і в даному випадку це станція Решетилівка.

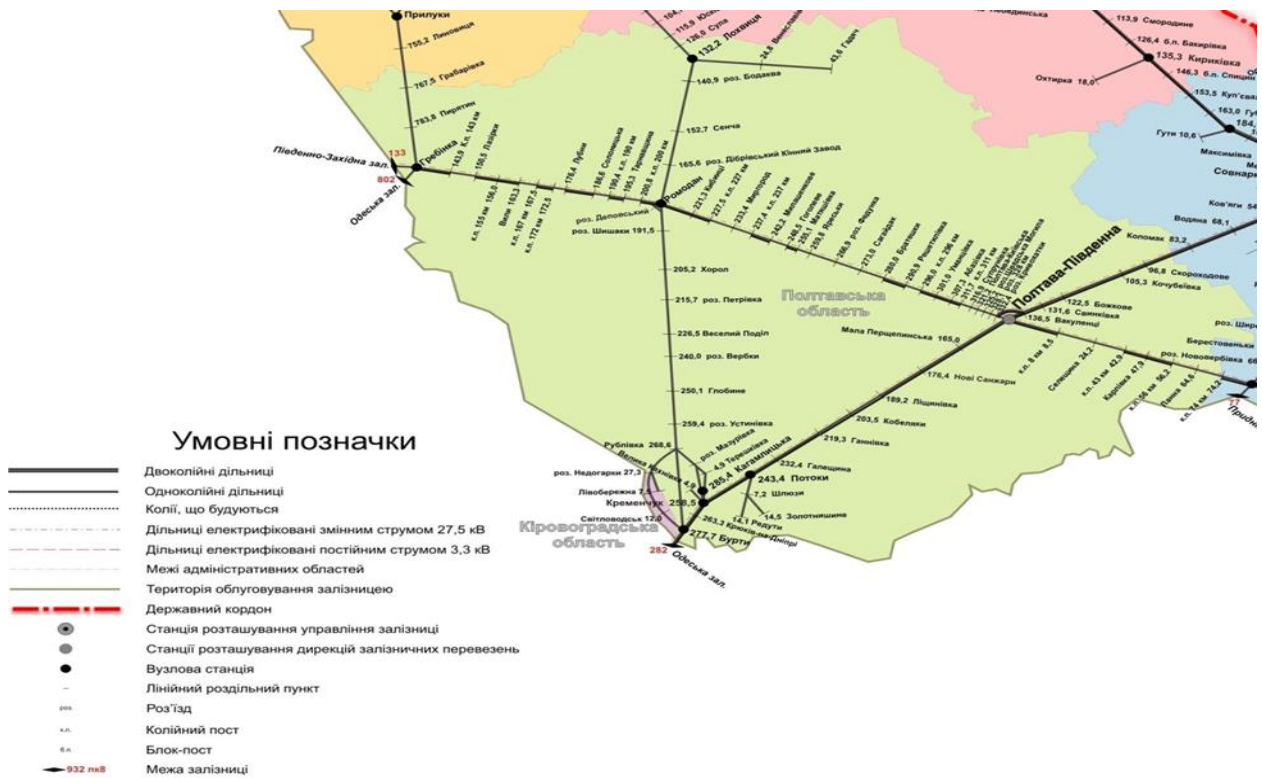


Рисунок 1.13 - Структура Полтавської дирекції залізничних перевезень

Розроблення моделі технології роботи в межах окремого пункту концентрації на основі теорії управління запасами конкурентної системи полягає в правильному виборі вектора цільових показників, при яких можливе досягнення мінімізації часу на виконання комплексу вантажних операцій з вагоном та експлуатаційних витрат маневрового локомотива [63]. Враховуючи поставлені вище завдання і той факт, що сполучною ланкою пункту концентрації є робота маневрового локомотива, метою стає розроблення моделі роботи взаємодоповнюючої системи роботи станційного та диспетчерського локомотива на принципах ефективного використання та прогнозування вагонопотоку на конкретній дільниці [66].

Вибір оптимального плану виконання місцевої роботи в основному залежить від величини ступеневого маршруту та обсягу іншої вантажної роботи на станціях дільниці. Такі умови потребують, з одного боку, дослідження і прогнозування надходження порожніх вагонів під

навантаження, а з іншого – дослідження особливостей топології залізничної дільниці [59, 59,60,64].

З урахуванням цього автори подати залізничну дільницю або пункт концентрації як зважений граф $G(I,J)$, вершинами якого є станції, а ребрами – колії, що їх з'єднують. Таким чином, множина $I(i=\overline{1,n})$ - це множина вершин, тобто відправників, а множина $J(j=\overline{1,m})$ - це множина ребер, тобто колій, що їх з'єднують. Надамо вагу вершинам і ребрам графа $G(I,J)$. У якості функцій на вершинах автори [59, 60] обрали інтенсивність вантажопотоку $\lambda_i = \lambda(i,t)$, де t – час у межах інтервалу планування. При цьому, якщо величина $\lambda(i,t) > 0$, то станція i в момент t виконує операції навантаження і потік надходить до системи, якщо $\lambda(i,t) < 0$, то станція i в момент t виконує операції вивантаження, якщо $\lambda(i,t) = 0$, то станція i або закрит для вантажних операцій, або їх не виконує на момент часу t . Виходячи із сутності цільових функцій моделей, доцільно якості ваги ребер обрати довжину колій $S(j)$ і їхню пропускну спроможність $r(j)$. Ці величини автори вважають постійними.

Спираючись на вищенаведені передумови, цільову функцію моделі можна подати у [65,59] у неявному вигляді наступним чином:

$$C = f(G(I,J), \lambda(i,t), K) \Rightarrow \min, \quad (1.1)$$

де K – кількість задіяних локомотивів для виконання місцевої роботи із формування маршруту з топологією $G(I,J)$.

Таким чином, пропонується формалізувати процес виконання місцевої роботи, що базується на концепції використання станційного та диспетчерського локомотивів, у вигляді оптимізаційного завдання, рішенням якої буде формування плану виконання перевезень місцевих вантажів.

Аналіз показав, що для відносно крупних відправників зернових вантажів ефективною є технологія перевезень у вигляді відправницьких маршрутів (як

правило, один навантажувальний район). Для відносно невеликих відправників (з обсягом до 10 ваг/доба) слід використовувати гнучкий підхід, що сприятиме коректному прийняттю рішень перевізниками, трейдерами та оператором рухомого складу в комплексі. Таким підходом є використання технології перевезень зернових вантажів ступеневими маршрутами на базі розподіленої СППР оперативного персоналу з кількістю навантажувальних районів від двох до п'яти.

1.6. Висновки до розділу 1

1. Проведений аналіз тенденцій на ринку перевезень зернових вантажів на залізницях України та інших держав свідчить про розвиток транспортно-логістичних послуг. Особливістю розвитку таких перевезень є створення конкурентно спроможного ринку для всіх учасників перевезення зернових вантажів. Аналіз існуючого стану залізничного транспорту України показав невідповідність рівня якості надання транспортної послуги які вимагає ринок перевезення зернових вантажів, про що свідчить негативна динаміка обороту зернового вагона. Незадовільний стан вагонного та локомотивного господарства не в змозі задовольнити зростаючий ринок зернових перевезень.

2. Аналіз динаміки обсягів експорту зернових вантажів залізницями показав позитивну тенденцію з 39,5 млн./т. у 2015 році до 54,1 млн т. у 2019 році. У той же час загальний оборот вагона виріс із 7,55 доби у 2015 до 10,65 доби у 2020 році. Зважаючи на дефіцит вагонного парку та локомотивної тяги в умовах, через об'єктивні причини пікових періодів перевезення оператор інфраструктури не може забезпечувати попит на перевезення відповідно до ринкових умов. Викладене свідчить, що на сучасному етапі економічного розвитку на ринку зернових перевезень склалася ситуація коли необхідно залучати інвестиції в галузь, але на умовах, що дозволять ефективно розвивати всі визначені рівні перевезення зернових вантажів.

3. Незважаючи на досить непривабливий інвестиційний клімат у галузі на сьогодні кількість власного за правовою ознакою загального вагонного парку перевищила 51 % [36]. Раціональних інструментів для розподілу вагонами-зерновозами різних форм власності на сьогодні не існує. Власники рухомого складу, зважаючи на досить значний час обороту та умови експлуатації вагонів, шукають найбільш вигідний варіант перевезення і в середньому час їх обороту становить на 7.5 % більше за інвентарний парк. Така ситуація призводить до виникнення конфлікту інтересів між учасниками перевізного процесу, що в багатьох ситуаціях унеможливорює раціональні управлінські рішення.

4. У 2015 році лише 56 % загального експорту через порти припало на залізничний транспорт. На сьогодні цей відсоток збільшується і причиною цього є нормативно-правова база в питанні перевезення автомобільним транспортом, яка унеможливорює економічне обґрунтування такої великої частки зернових вантажів автомобілями та відсутність відповідних автомобільних доріг. Зважаючи на це за останні роки з'явилася досить поширена мережа підприємств, що виконують роль елеваторів надаючи змогу всім учасникам ринку зернових від виробника до трейдера мати більш варіативну оперативну ситуацію з організації перевезення. Завданням оператора інфраструктури з метою створення сприятливого інвестиційного клімату є забезпечення всіх рівнів перевізного процесу.

5. Аналіз навантаження по дільницях Харківської дирекції залізничних перевезень виявив три основні категорії вантажовідправників:

- організації які зможуть формувати відправницькі маршрути своїми силами з надвідчутним інфраструктурним потенціалом;
- відправники з обсягом навантаження від 10 до 20 вагонів одноразово, із невеликим власним інвентарним парком або власною інфраструктурою для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт;

- відправники, які організують повагонні відправлення із можливістю використання місць загального користування, які надають гнучкості системі вантажоутворення.

Оперативна модель формування зернових вантажів на дільниці має враховувати вимоги всіх трьох груп вантажовідправників для утворення конкурентоспроможного ринку зернових вантажів.

6. Проведений аналіз роботи дільниць Харківської дирекції залізничних перевезень виявив значну залежність регіону вантажоутворення від перевезення зернових вантажів. На фоні дефіциту вагонного та локомотивного господарства і значного зменшення загального рівня перевезення який зменшився на сьогодні порівнянно із 2015 роком на 2,5 млн./т., організація відправлення зернових вантажів має бути в багатьох регіонах визначальною. 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 з такими відправниками в режимі реального часу є перспективним напрямом вирішення технологічних неузгоджень при перевезенні зернових вантажів залізницями.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В РИНКОВИХ УМОВАХ

2.1. Формалізація задачі впровадження перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами в існуючих умовах

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 мають базуватися на принципах ресурсозбереження та оптимізації витрат у цілому.

На шляху реформування галузь має об'єктивну систему обмежень на існуючу інфраструктуру, що за своєю природою має певні зв'язки із учасниками перевізного процесу, яку подано у вигляді функціональної схеми на рис. 1.9 та 1.10. 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. В такому випадку ситуація вимагає нового формату взаємодії між усіма учасникам перевезення, який дозволить галузі відповідати сучасним вимогам.

Зважаючи на вищесказане, принципи моделі перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами, безперечно, мають відповідати ринковим вимогам. Окрім того, ключові засади такого принципу побудови робочих відносин між учасниками перевізного процесу повинен мати місце як сьогодні

(рис. 2.1), так і після набуття чинності основних позицій реформування. Подана на рис. 2.1 ієрархічна модель є відображенням не тільки кадрової складової галузі, а і розподілу управлінських важелів оператора інфраструктури. Одним із ключових результатів розпочатої реформи має стати спрощення керівного процесу та узгодження управлінських рішень на тактичному та оперативному рівнях прийняття рішень.

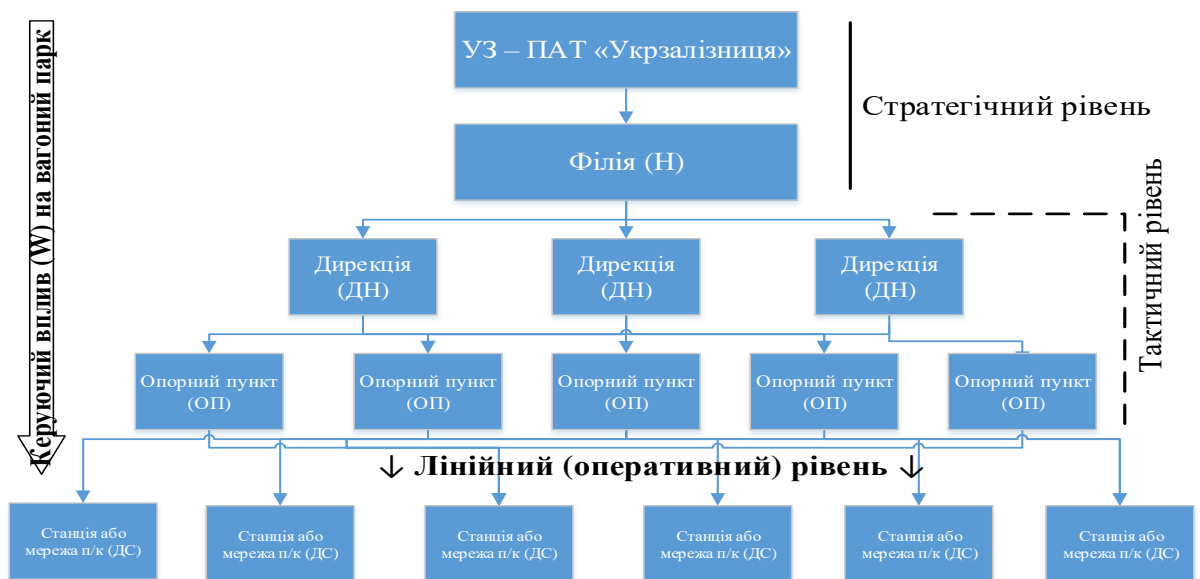


Рисунок 2.1 – Ієрархічна схема структури управління вагонним парком на АТ Укрзалізниця

З урахуванням існуючої моделі оперативного управління ієрархічна схема рівнів управління вагонним парком на залізниці та з розподілом обов'язків за колом зобов'язань буде мати вигляд, як на рис. 2.1. У даному контексті ієрархічним рівнем перевезення вважається полігон оперативної роботи, підпорядкований працівнику, пов'язаному із перевезеннями, у межах його компетенції [2].

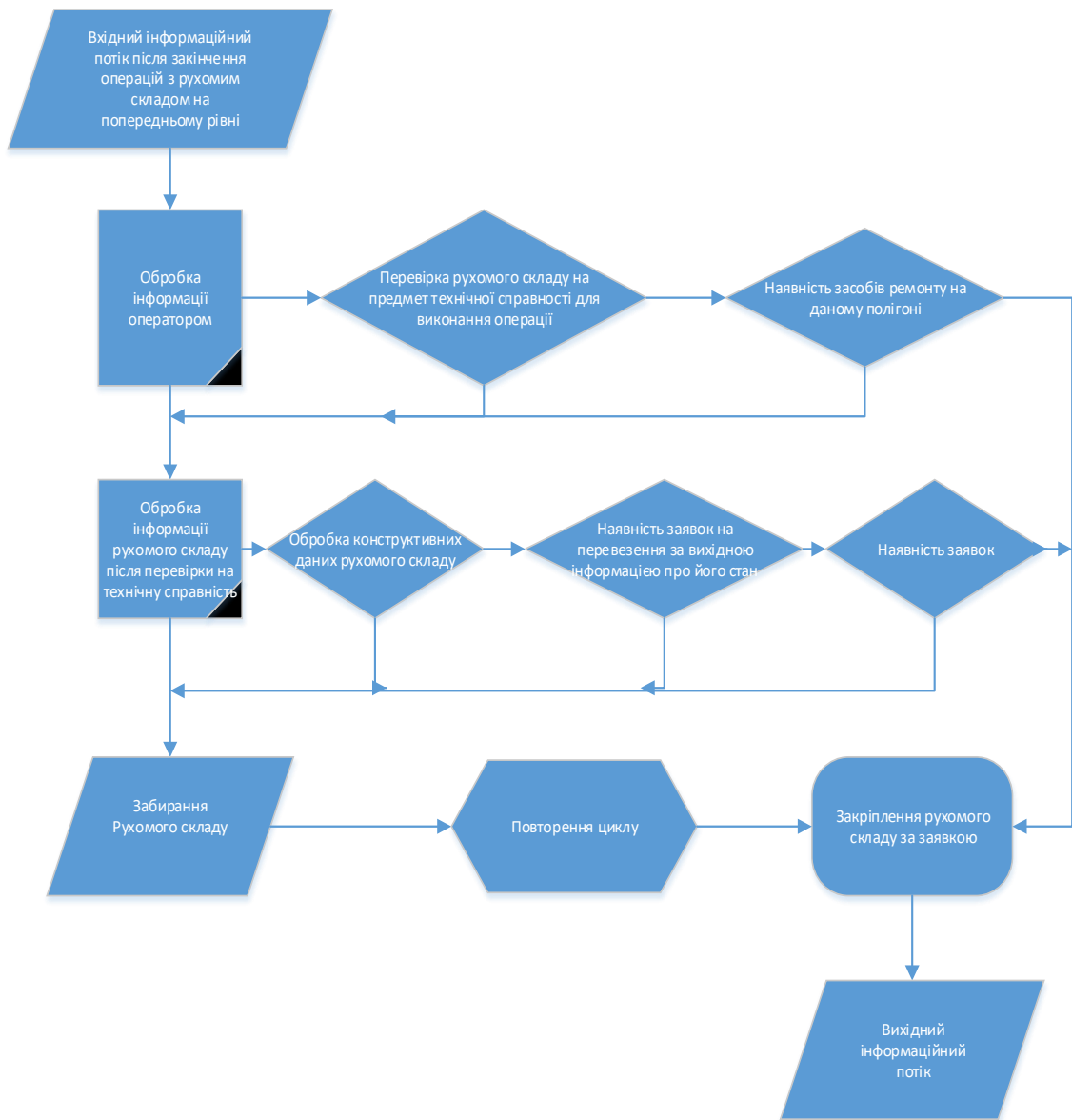


Рисунок 2.2 – Схема процедури управління інформаційним потоком оператором інфраструктури

Процес роботи системи починається з пам'ятки про закінчення вантажної операції, яку надає вантажоодержувач після вивантаження вагона або групи вагонів. За час, який залишається на підготовку вагона в комерційному відношенні (зняття реквізитів кріплення, очищення від залишків вантажу тощо), подачу маневрового локомотива на забирання, працівник цеху перевезення повинен прийняти правильне рішення щодо подальшої «долі» вагона. Аналогічне завдання полягає і в розподілі порожнього рухомого складу на сортувальних і дільничних станціях, але у зворотному ієрархічному

напрямі. Зважаючи на достатню інформативність існуючих систем управління ресурсами, на залізниці ключовим чинником виконання поставлених завдань буде відповідна здатність оператора інфраструктури оперативно та ефективно керувати інформаційним потоком за колом зобов'язань всієї структури.

Існуючий процес реформування передбачає створення відкритого ринку перевезень із залученням усіх учасників перевізного процесу на обопільно вигідних умовах (рис. 2.3). Одним із ключових завдань оператора інфраструктури є створення умов з недискримінаційного доступу до інфраструктури. Інформатизація перевізного процесу в питаннях спрощення обміну інформацією між учасниками перевізного процесу, можливість створення електронного архіву кожної дії кожного з учасників перевізного процесу дозволять створити ринкові умови функціонування галузі.

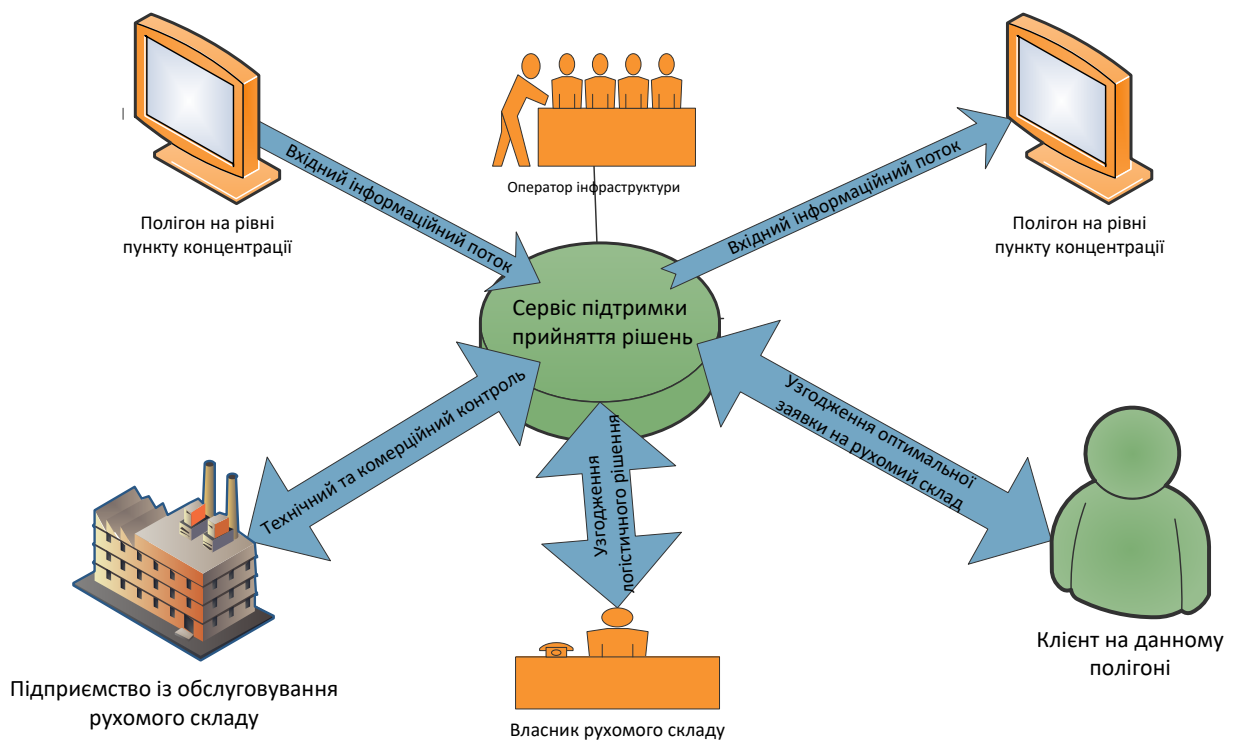


Рисунок 2.3 – Схема інформаційної взаємодії учасників перевізного процесу з прийняття управлінських рішень

Найбільш об'єктивним з точки зору проведення розрахунків і прийняття управлінських рішень є подання вихідної інформації, скомпонованої для подальшого аналізу у вигляді методу динаміки середніх. Зважаючи на поставлені завдання (зокрема необхідної точності розрахунків та функціональних можливостей системи), раціональним методом вирішення питання буде застосування класичного методу Рунге – Кутти четвертого порядку точності.

Розподіл «життєвого циклу» вагона у фазі від закінчення попереднього перевезення до нового на умовні полігоні є обов'язковим, незважаючи на кінцеву мету реформування галузі в питанні спрощення горизонтальних ліній управління ресурсами, і визначальним у формуванні показника обороту вагона (рис. 2.1). Існуюча інфраструктура та принципи формування будь яких відправок є аксіомою в прийнятті різних новаторських рішень. Інформативна робота на кожному із полігонів, починаючи від станції вивантаження, з усіма учасниками перевізного процесу дозволить створити умови для недискримінаційного доступу до інфраструктури і стане одним із чинників для залучення інвестицій на всіх рівнях перевезення.

2.2. Розробка технології раціонального розподілу порожнього рухомого складу при перевезенні зернових вантажів ступеневими маршрутами

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 у зворотному напрямку.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dU_1^{\Gamma}(t)}{dt} = -U_1^{\Gamma}(t)W_1 + \sum_{i=1}^n h_1 U_1^{\Pi}(t)W_{i,1}, \\ \frac{dU_2^{\Gamma}(t)}{dt} = -U_2^{\Gamma}(t)W_2 + \sum_{i=1}^n h_2 U_2^{\Pi}(t)W_{i,2}, \\ \quad \quad \quad \dots, \\ \frac{dU_n^{\Gamma}(t)}{dt} = -U_n^{\Gamma}(t)W_n + \sum_{i=1}^n h_i U_i^{\Pi}(t)W_{i,n}, \\ \frac{dU_1^{\Pi}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^n U_i^{\Gamma}(t)W_i - h_1 U_1^{\Pi}(t) \sum_{j=1}^n W_{1,j}, \\ \frac{dU_2^{\Pi}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^n U_i^{\Gamma}(t)W_i - h_2 U_2^{\Pi}(t) \sum_{j=1}^n W_{2,j}, \\ \quad \quad \quad \dots \\ \frac{dU_n^{\Pi}(t)}{dt} = \sum_{i=1}^n U_i^{\Gamma}(t)W_i - h_n U_n^{\Pi}(t) \sum_{j=1}^n W_{n,j}. \end{array} \right. \quad (2.1)$$

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 оцінки 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. Практичним завданням цієї системи є створення умов для подачі під навантаження вагона, що знаходиться під вивантаженням на конкретному полігоні.

У моделі (2.1) прийнято:

$U_i^r(t)$ – кількість навантажених вагонів, зайнятих в i -му завантажувальному районі, кількість яких приймемо рівним N^r ;

$U_i^p(t)$ – кількість порожніх вагонів, які можуть використовуватися в i -му завантажувальному районі, прийнято $\sum_n U_i^p(t) = N^n$;

h_i – булева змінна, що враховує наявність ($h_i=1$) або відсутність ($h_i=0$) можливості використання вагонів різних власників (операторів вагонів) в i -му завантажувальному районі;

$W_{i,j}$ – інтенсивність процесу використання порожнього вагона з i -го вантажного району під завантаження в завантажувальному районі j в інтервалі часу $(t; t+\Delta t)$;

W_i – інтенсивність вивантаження навантаженого вагона в завантажувальному районі що $\sum_n W_i = 1$. Параметр подано у вигляді степеневій функції, що дозволяє надати коректну оцінку стану вагону.

Система (2.1) лінійна, у матричному вигляді записується як $U(t)=WU(t)$ і представлена в нормальній формі Коші. Завдання моделювання стійкості забезпечення навантажувальним ресурсом залізничного полігону зводиться до прогнозування спектра власних значень матриці стану W . Важливим завданням системи є факт того, щоб залізничний полігон не просто зберігав стійкість свого деякого стану в цілому, а мав би стійкість функціонування при варіації параметрів, до яких треба віднести такі:

- рід вантажу та вимоги до його перевезення;
- технічні характеристики вагона, а саме рід, вантажопідйомність, конструктивні особливості тощо;
- технологічні вимоги навантаження;
- економічна складова, як основне завдання замовника та власника рухомого складу.

Матриця станів має вигляд

$$W = \begin{cases} -W_1 & 0 & \dots & 0 & W_{1,1} & W_{2,1} & \dots & W_{n,1} \\ 0 & -W_2 & \dots & 0 & W_{1,2} & W_{2,2} & \dots & W_{n,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -W_n & W_{1,n} & W_{2,n} & \dots & W_{n,n} \\ W_1 & W_2 & \dots & W_n & -W_{1,1} - \dots - W_{1,n} & 0 & \dots & 0 \\ W_1 & W_2 & \dots & W_n & 0 & -W_{2,1} - \dots - W_{2,n} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_1 & W_2 & \dots & W_n & 0 & 0 & \dots & -W_{n,1} - \dots - W_{n,n} \end{cases} \quad (2.2)$$

При розв'язанні даної задачі моделювання стійкої та керованої системи конкретного полігону набуває власних чисел λ_i від можливих імовірностей W_i і $W_{i,j}$ матриці (2.2). Характерною рисою цієї залежності є функція λ_i від W_i і $W_{i,j}$, що може бути виражена через власні вектори R_i і S_i матриці W .

Вектор навантажувальних ресурсів $N(t)$ має вигляд

$$u_k(t) = \sum_{i=1}^n c_i e^{\lambda_i t} r_{k,i}, k \in [1; m] \quad (2.3)$$

де $r_{k,i}$ - компоненти з номером k власного вектора R_i ; m - розмірність матриці (2.2); $c_i = S_i^T U_0$ - визначається вектором початкових значень стану навантажувального ресурсу (навантажений, порожній) U_0 і власними векторами S_i транспонованої матриці стану (2.2).

Розглянемо умовний залізничний полігон Π , що складається з трьох навантажувальних районів і на якому знаходиться робочий парк вагонів-зерновозів кількістю 1000 од. Здійснено припущення, що всі вагони є взаємозамінними. Розглянемо такі ситуації, коли для оператора рухомого складу використання вагонів у кожному з районів є рівнозначним $U_1^{\Pi}(t) = U_2^{\Pi}(t) = U_3^{\Pi}(t) = 0,333 * N^n = 333 \text{ од}$, та коли для оператора рухомого складу існують пріоритети використання вагонів на кожному з полігонів (перший умовний район є найбільш пріоритетним, третій - найменш пріоритетним),

тобто прийнято $U_1^{\Pi}(t) = 0.5 * N^{\Pi} = 500$ од., $U_2^{\Pi}(t) = 0.3N^{\Pi} = 300$ од., $U_3^{\Pi}(t) = 0.2N^{\Pi} = 200$ од. (рис. 2.4 та 2.5).

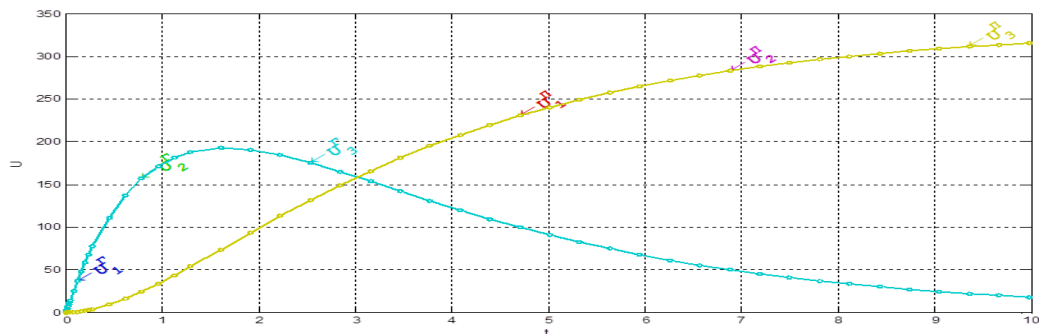


Рисунок 2.4 – Результати моделювання для умовного полігону П та рівновагових трьох дирекцій ($U_1^{\Pi}(t) = U_2^{\Pi}(t) = U_3^{\Pi}(t)$)

Якщо для оператора рухомого складу використання вагонів на кожному з полігонів навантаження не є рівнозначним, перший умовний полігон є найбільш пріоритетним, третій – найменш пріоритетним (тобто прийнято), то навіть через добу з початку здійснення управлінської дії з розподілу вагонів (рис. 2.5) система не буде у стаціонарному стані (стан розподілу вагонів-зерновозів прийде до відносно стаціонарного стану лише до 30 год). Це свідчить про необхідність урахування рівномірності при перерозподілі рухомого складу за складовими полігону в умовах недискримінаційного доступу до їхньої інфраструктури.

Таким чином, модель дозволяє зробити висновки про можливості управління в часі окремими параметрами, тобто буде характеризувати стійкість процесу забезпечення навантажувальним ресурсом залізничного полігону. Подальший розвиток моделі можна здійснити шляхом урахуванням взаємозамінності рухомого складу та його стану. Запропонована логістична модель в умовах, що формуються на шляху реструктуризації залізничного транспорту, дозволяє розробити оптимальну технологію роботи пункту

концентрації з раціональним використанням вагонного парку і роботи маневрового локомотива з урахуванням усіх вимог транспортної мережі.

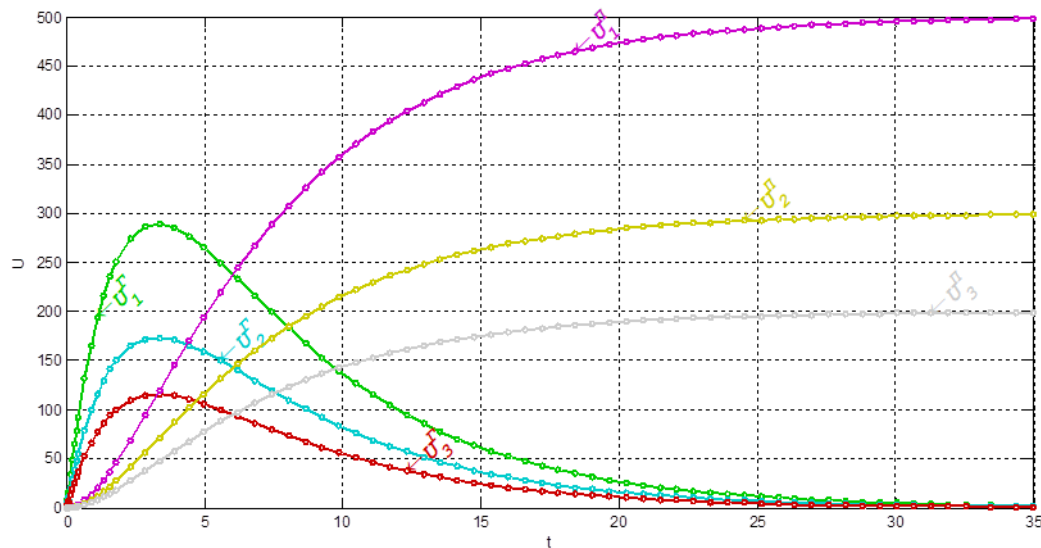


Рисунок 2.5 – Результати моделювання для умовного полігону П при навантажувальних районах із різними обсягами роботи і з пріоритетами

Використання запропонованих моделей дозволяє зменшити для оператора інфраструктури експлуатаційні витрати на здійсненні управління (W) рухомим складом, і зменшити обіг місцевого вагона в середньому. Так, результат перерозподілу вагонів при рівнозначних навантажувальних районах, на відміну від ситуації при наявності пріоритетів, настає на 25 год швидше. Отже якщо всі навантажувальні регіони будуть рівними за пріоритетом, то тривалість прийняття управлінського рішення скорочується у 3,5 рази. Величину відносної похибки результатів моделювання оцінено на рівні 8,3 % у першому випадку, та на рівні 2,7 % - у другому.

Цей комплекс завдань прийняття управлінських та технологічних рішень, зважаючи на імовірнісний характер критеріїв вибору технологічних альтернатив, їхніх параметрів та обмежень, запропоновано покласти в основу ЄСУ ПВЗ з подальшою інтеграцією до системи АСК ВП УЗ Є.

Дана модель дозволяє прогнозувати місцезнаходження рухомого складу за родом, станом та приналежністю до оператора рухомого складу в кожен проміжок часу, що дозволить суттєво покращити показники використання вагонів на залізничному полігоні.

2.3. Оцінка якості результатів моделювання

Якість моделі та результатів моделювання в першу чергу визначається її адекватністю. Адекватність отриманої моделі оцінюють шляхом дослідження властивостей незалежності рівнів ряду залишків розбіжності між фактичними даними та результатами моделювання, їх випадковості і відповідності нормальному закону розподілу [67, 68].

При вирішенні завдання запропоновано використовувати критерій Дарбіна-Уотсона для перевірки кореляції всередині ряду [118]. Значення цього критерію можна визначити як

$$\Theta = \frac{\sum_{i=2}^N (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^N e_i^2} \quad (2.4)$$

де e_i - розбіжність між фактичними і розрахунковими даними.

Якщо цей критерій має значення, близьке до 2, то властивість незалежності виконується.

Для перевірки точності запропоновано використовувати значення середньої відносної помилки апроксимації

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}_i)^2}{\sum_{i=1}^N x_i^2}. \quad (2.5)$$

Для перевірки відповідності рівнів залишків нормальному закону розподілу можна скористатися будь-яким відомим критерієм згоди χ^2 ("Хі квадрат") К. Пірсона, Колмогорова, Смирнова [118, 119]. Обмежимося застосуванням критерію Пірсона для перевірки гіпотези про нормальний розподіл рівнів залишків. З цією метою будемо порівнювати емпіричні (що спостерігаються) e_i і теоретичні e_i' (обчислені в припущенні нормального розподілу) частоти за формулою

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (e_i - e_i')^2}{e_i}. \quad (2.6)$$

При цьому спостерігається значення критерію, визначене за формулою (2.44), перевіряють за таблицею критичних точок розподілу χ^2 , і за заданим рівнем значущості α і числу ступенів свободи $k = N-3$ знаходять критичну точку $\chi^{2кр}(\alpha; K)$. Якщо виконується умова

$$\chi^{2набл} < \chi^{2кр}, \quad (2.7)$$

то гіпотезу про нормальний розподіл залишків приймають.

Вище процес розподілу вагонів-зерновозів запропоновано формалізувати як процедуру з оперативної діяльності диспетчерського

апарату на базі методу динаміки середніх. Якість моделі та результатів моделювання запропоновано оцінити за допомогою відносної похибки результатів моделювання

$$\bar{g} = \frac{|T_{cm} - N_{пл} T_{пл}|}{N_{пл} T_{пл}}, \quad (2.8)$$

де T_{cm} – період часу, потрібний для виконання перерозподілу вагонів-зерновозів. У моделі він дорівнює часу на досягнення моделлю стаціонарного стану, год;

$T_{пл}$ – тривалість стандартного планового періоду на залізниці, прийнято 12 год;

$N_{пл}$ – потрібна кількість планових періодів (для виконання перерозподілу вагонів-зерновозів). Набув цілочиселених значень.

Шляхом моделювання встановлено, що результат перерозподілу вагонів при рівнозначних навантажувальних районах, на відміну від ситуації при наявності пріоритетів, настає на 25 год швидше. Отже, якщо всі навантажувальні регіони будуть рівними за пріоритетом, то тривалість прийняття управлінського рішення скорочується у 3,5 рази. Величину відносної похибки результатів моделювання оцінено на рівні 8,3 % у першому випадку, та на рівні 2,7 % - у другому.

2.4. Формування загального варіанту перевезення зернових вантажів залізничним транспортом.

Подальше вирішення поставлених завдань призвело до ідентифікації логістичної технології доставки зернових вантажів до пунктів призначення із забезпеченням синхронізації вантажопотоків. Географічний аналіз пунктів вантажоутворення, технологічні можливості опорних станцій, сортувальні

можливості припортового регіону та кількість основних портів дають змогу запропонувати структурно-логічну схему організації відправки зернових вантажів, подану на (рис. 2.6).

Аналіз показав, що для відносно крупних відправників зернових вантажів ефективна технологія перевезень у вигляді відправницьких маршрутів. Для відносно невеликих відправників (з обсягом до 10 ваг/добу) слід використовувати комплексний підхід, що сприятиме коректному прийняттю рішень перевізниками, трейдерами та оператором залізничної інфраструктури в комплексі. Таким підходом є використання технології перевезень зернових вантажів ступеневими маршрутами на базі розподіленої СППР оперативного персоналу.

Удосконалена технологія обслуговування зернових вантажів шляхом застосування технології ступеневих маршрутів має враховувати нестабільність надходження порожніх вагонів під навантаження за наявності вантажу у вантажовідправників. При цьому вантажовідправники знаходяться, як правило, на різних станціях залізничної ділянки обслуговування та мають різні технологічні варіанти взаємодії із перевізником:

А) вантажовідправник здійснює навантаження зернового вантажу на під'їзній колії елеватора, що обслуговується маневровими засобами перевізника;

Б) вантажовідправник здійснює навантаження зернового вантажу на під'їзній колії елеватора, що обслуговується власним маневровим локомотивом;

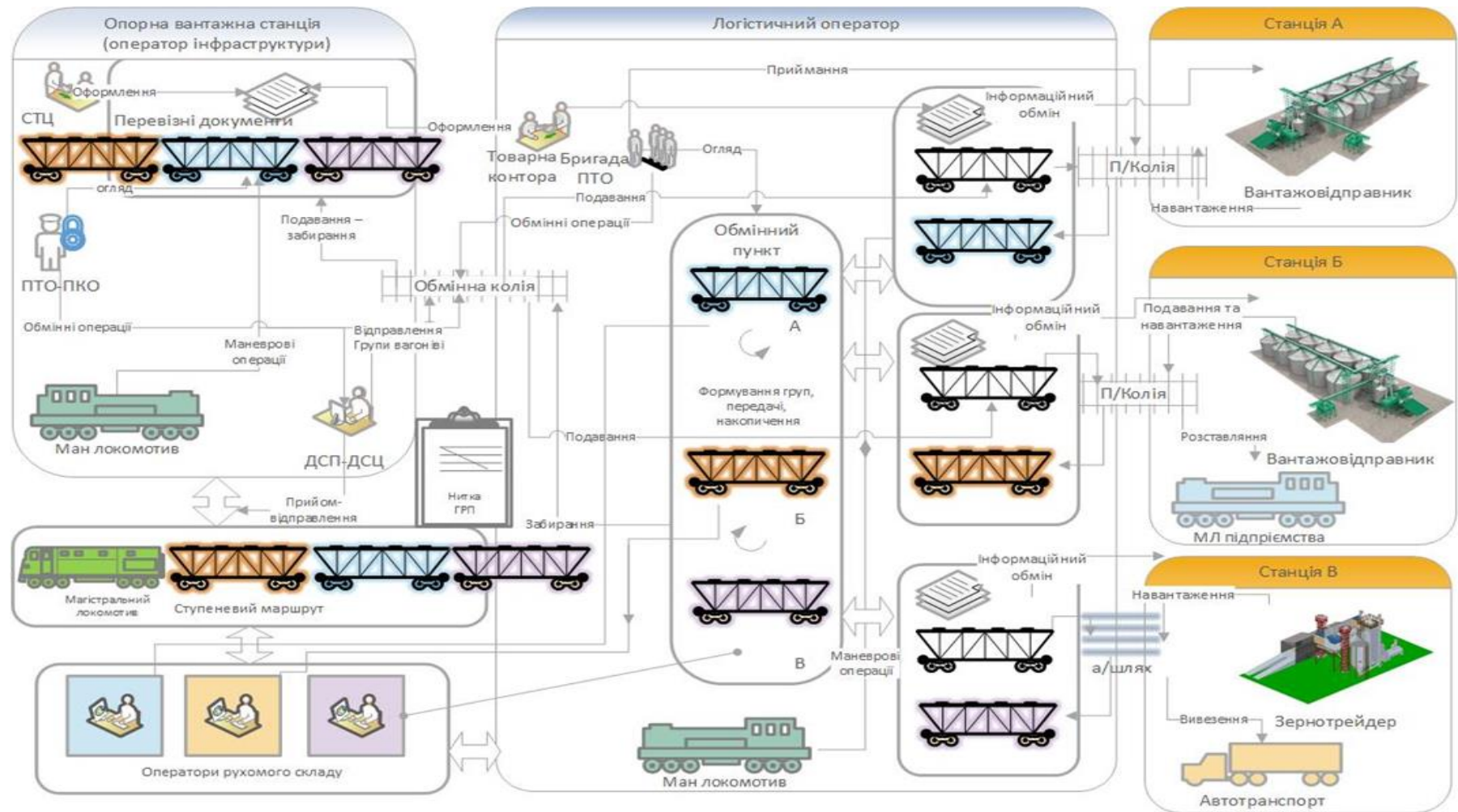


Рисунок 2.6 - Структурно-логічна схема технології формування ступеневого залізничного маршруту з зерновими вантажами

В) вантажовідправник (зернотрейдер) здійснює навантаження зернового вантажу на під'їзній колії або на місцях загального користування, вантаж надходить до вантажних фронтів автотранспортом. Вантажні операції в цьому випадку здійснюються, як правило, за «прямим» варіантом (Cross-Docking).

Критерієм раціоналізації в даному випадку виступає скорочення часу знаходження вагонів під технологічними операціями на під'їзних коліях елеваторів і під накопиченням на маршрут. Це завдання може бути розглянуто як техніко-економічна модель стохастичного програмування удосконалення технології роботи під'їзних колій, станцій примикання та опорній станції.

Формування складу ступеневого залізничного маршруту з зерновими вантажами здійснюється на опорній (як правило, дільничній станції) і займає від 20 до 60 год. Поїзний диспетчер разом із логістичним оператором отримує від кожної станції, розташованої на залізничній дільниці обслуговування, інформацію про заявки на порожні вагони та наявність зернових вантажів із розподілом останніх за місцем призначення. Ця інформація узгоджується з операторами рухомого складу, які забезпечують підсилку порожнього рухомого складу. З урахуванням цієї інформації планується послідовність обробки вагонів, що мають увійти до складу ступеневого маршруту, з урахуванням обмежень за нормами маси і довжини. Окремо складається план забезпечення формування маневровими засобами. Початкове завантаження вагонів здійснюється заздалегідь на станціях дільниці окремими групами, де вони приймаються в технічному та комерційному відношенні. Тривалість навантаження та обробки групи вагонів на станції залежить від кількості вагонів, їх приналежності оператору рухомого складу, а також способу виконання маневрової роботи - локомотивом перевізника або вантажовідправника. Тривалість виконання вантажних операцій із зерновими вантажами на окремій станції визначається згідно з типовими нормами з

урахуванням необхідності виконання додаткових операцій і ступеня розвиненості інформаційного забезпечення технологічних процесів.

Остаточне формування ступеневого маршруту здійснюється на опорній станції. Якщо зернові вантажі мають прямувати до різних пунктів призначення, групи вагонів розташовують у складі маршруту відповідно до географічного розташування станцій призначення.

Після закінчення формування поїзному диспетчеру та логістичному оператору подаються відомості про вагони, їх власність і призначення зернового вантажу, включеного до складу маршруту. Диспетчер передає інформацію про сформований ступеневий маршрут до системи АСК ВП УЗ Є, повідомляє станціям призначення про наявність зернових вантажів на їхню адресу та про власність завантажених вагонів. Як правило, для прямоування ступеневого маршруту з зерновими вантажами у графіку руху виділяють узгоджену окрему нитку (жорстку нитку графіка).

Застосування для перевезення зернових вантажів ступеневих маршрутів передбачає значну територіальну розпорошеність пунктів навантаження, вантажних фронтів на самих станціях, що ускладнює високопродуктивне використання вагонів, вантажно-розвантажувальних машин і маневрових засобів. Трудності в організації розглянутої технології обумовлено також умовами істотного зниження обсягів навантаження по конкретних станціях та наявністю так званих малодіяльних станцій. У цих умовах підвищення ефективності ступеневих маршрутів може бути досягнуто такими заходами на основі загальносистемного ефекту:

- укрупненням пунктів обслуговування зі створенням об'єднаних підприємств-елеваторів;
- створенням пересувних вантажно-розвантажувальних комплексів для зернових вантажів із забезпеченням технології Cross-Docking при взаємодії із автотранспортом;

= поширення використання власного рухомого складу для перевезень зернових вантажів, у тому числі контейнерів.



Рисунок 2.7 - Схема вирішення завдання удосконалення процесів організації та управління транспортуванням зернових вантажів ступеневими залізничними маршрутами

Ефективність застосування ступеневих залізничних маршрутів із зерновими вантажами є найбільш високою в умовах функціонування логістичних операторів, які здійснюють координацію всіх технологічних складових. У свою чергу це можливе в умовах створення спеціалізованої інформаційно-керуючої системи логістичного ланцюга, що дозволить заздалегідь визначити тривалість, місце та рівень вантажопотоку, оперативно реагувати на нього шляхом концентрації вантажних операцій і своєчасного формування необхідних груп вагонів на конкретних вантажних фронтах. Загальний взаємозв'язок між запропонованими моделями поданий на рис. 2.7 дозволяє відстежувати процес формування ступеневого маршруту зернових вантажів починаючи від моменту вивантаження порожнього парку у припортових районах до моменту розформування створеного маршруту на

станціях розподілу вагонів під вивантаження. Такий підхід обумовлений вимогами ринку і дозволяє здійснювати ефективну взаємодію із вантажовідправниками на місцях вантажоутворення.

2.5. Висновки до розділу 2

1. Процес інтеграції залізниці до ринкових умов праці є невід'ємною частиною реформування галузі. Виходячи з цього ключові експлуатаційні показники - обсяги навантаження, забезпечення потреб учасників перевізного процесу оператором перевезення рухомим складом, інформаційне забезпечення має відповідати вимогам ринку та його тенденціям. На шляху реформування галузь має об'єктивну систему обмежень та існуючу інфраструктуру, у якій налагоджені зв'язки між усіма учасниками перевізного процесу, і впровадження будь-яких управлінських новацій на даному етапі розвитку має відповідати таким вимогам.

2. Запропонована логістична модель в умовах, що формуються на шляху реструктуризації залізничного транспорту, дозволяє розробити оптимальну технологію роботи пункту концентрації з раціональним використанням вагонного парку і роботи маневрового локомотива з урахуванням усіх вимог транспортної мережі. Використання запропонованих моделей дозволяє зменшити для оператора інфраструктури експлуатаційні витрати при здійсненні управління (W) рухомим складом, зменшити обіг місцевого вагона та, як наслідок, термін доставки вантажу. Дана модель дозволяє прогнозувати місцезнаходження рухомого складу за родом і станом у кожен проміжок часу, що дозволить суттєво збільшити показник корисної роботи на залізничному полігоні. Подальше використання запропонованого підходу полягає в його застосуванні у складі інформаційно-керуючої системи. Особливої актуальності це питання набирає при виборі методів з ефективного

розподілу рухомого складу де оптимальним є розгляд вихідної інформації, скомпонованої для подальшого аналізу у вигляді методу динаміки середніх із найбільш раціональним методом вирішення питання за допомогою класичного методу Рунге – Кутти.

3. Процес розподілу порожнього рухомого складу під зернові вантажі в умовах застосування логістичних технологій повинен враховувати ознаки завантаженості, приналежності операторам рухомого складу та мати визначену дислокацію на залізничній мережі. Враховувати ці вимоги необхідно зважаючи на існуючу ієрархічну схему рівнів управління рухомим складом, структурно-логічну модель роботи оператора інфраструктури та новітню модель взаємовідносин між ключовими учасниками перевізного процесу.

4. Використання запропонованих моделей дозволяє зменшити для оператора інфраструктури експлуатаційні витрати на управління (W) рухомим складом, і зменшити обіг місцевого вагона в середньому. Так результат перерозподілу вагонів при рівнозначних навантажувальних районах на відміну від ситуації за наявності пріоритетів, настає на 25 год швидше. Отже, якщо всі навантажувальні регіони будуть рівними за пріоритетом, то тривалість прийняття управлінського рішення скорочується у 3,5 рази. Величину відносної похибки результатів моделювання оцінено на рівні 8,3 % у першому випадку, та на рівні 2,7 % - у другому.

РОЗДІЛ 3
ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ НА
ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОЛІГОНІ

3.1. Створення ефективної технології формування залізничних маршрутів із зерновими вантажами за допомогою моделей на мережі Петрі

Сучасні тенденції розвитку залізничних перевезень і значні коливання обсягів навантаження зернових вантажів показують, що технологія перевезень останніх має бути оновлена з використанням логістичних принципів. Будь-яка корпорація здійснює торговельну взаємодію з усіма відкритими ринками, а тому ефективна, швидка та по можливості дешева доставка зернових вантажів - ключовий фактор для забезпечення стабільного прибутку. Зокрема в 2018 році внаслідок відсутності гнучкого підходу до організації перевезення зернових вантажів у пунктах їх сезонної концентрації вітчизняна кукурудза торгувалася майже на 20% нижче середньої ціни на міжнародному ринку. Застосування цього підходу сприятиме коректному прийняттю рішень перевізниками, трейдерами та оператором залізничної інфраструктури на базі інформаційних систем.

Сезон збору врожаю зернових останніх років показав неспроможність своєчасного надання якісної транспортної послуги зернотрейдерам. Так, на початок листопада 2018 року інвентарними вагонами обслуговується лише 6,7 % елеваторів, спроможних формувати відправницькі маршрути. Інші 93,3 % елеваторів неспроможні виконувати свої функції через незабезпечення рухомим складом і, як наслідок, повне або часткове завантаження. Динаміка таких статистичних підсумків вказує на збільшення частки елеваторів що набувають ознаку маршрутної, проте більшість існуючої інфраструктури

вантажовідправників зернових вантажів не мають такого потенціалу, що спонукає до прийняття відповідних рішень. Результатом стала ситуація неможливості обробки всього потоку зернових вантажів і колосальні збитки для аграріїв та зернотрейдерів. Ключовим завданням є забезпечення перевізника якісною послугою залізничного транспорту згідно з вимогами Закону [41], що сприятиме створенню умов для підтримки інвестиційних програм у транспорт та економіку країни в цілому. Але забезпечення надання якісних послуг залізничним перевізником заважає дефіцит зерновозів та тягового рухомого складу на фоні збільшення обсягів наданих до перевезень зернових вантажів. Це призводить до непродуктивних простоїв вагонів під навантаженням, в очікуванні та під накопиченням на відправлення. Зокрема у 2018 році один з найпотужніших в країні Степанівський елеватор (станція примикання Торопилівка, регіональна філія Південної залізниці) має потужність зберігання 488 тис. т і здійснює навантаження маршрутів складом 54 вагони в середньому за 15 год. У той же час, наприклад, група з 17 зерновозів по станції Лихачове в середньому перебуває під навантаженням 24,2 год., окремий зерновоз по тієї ж станції – 29,7 год., а зерновоз по станції Савинці – 32 год. Ця ситуація є характерною для більшості станцій мережі та свідчить про необхідність впровадження ефективних технологій роботи з вагонами, що завантажуються зерновими вантажами, у напрямі поліпшення їх використання в часі.

Одним із напрямів розвитку перевезень зернових вантажів у США стало запровадження технології «човникових» поїздів, що передбачає використання спеціальних низьких тарифів (на 46-52 % у порівнянні із звичайними) за умови навантаження поїзда складом у 75-120 вагонів протягом обмеженого часу, як правило, до 15 год [42].

У зв'язку з вищенаведеним виникає необхідність вирішення науково-прикладного завдання створення ефективної логістичної технології

залізничних перевезень зернових вантажів ступеневими маршрутами [43] на полігоні, яку за допомогою математичних моделей може бути інтегровано в єдине інформаційне середовище.

Створення логістичної моделі технології формування відправок зернових вантажів передбачає отримання ефекту від:

- скорочення порожнього пробігу вагонів та підвищення маршрутної швидкості доставки вантажу в порт;
- створення умов для недискримінаційного доступу до рухомого складу, засобів і місць навантаження;
- створення єдиного інформаційного середовища для всіх учасників перевезення.

Процес прийняття технологічних рішень [44] щодо оптимізації перевезення зернових вантажів має враховувати природу вантажоутворення у сучасних умовах ця номенклатура є невід'ємною складовою у формуванні загальних економічних тенденцій у країні, тому, окрім відомих сезонних коливань, слід враховувати договірні зобов'язання трейдера, експортера, зміни вартості вантажу тощо.

Основним способом перевезення зернових вантажів залізницями стає маршрутна відправка, але на мережі існує велика кількість станцій, що мають невеликі обсяги навантаження. Для охоплення цих обсягів «класична» технологія формування маршрутів стає малоефективною. Основними варіантами формування маршрутної відправки є відправницькі та технічні маршрути, що передбачають масове навантаження, як правило, на одній станції. З метою охоплення станцій з невеликими обсягами навантаження пропонується використовувати удосконалену технологію формування ступеневих маршрутів таких видів [45]:

- ступеневий маршрут із формуванням партії вантажу на залізничному полігоні з подальшим розпиленням у припортовому районі;

- ступеневий маршрут із формуванням партії вантажу на станції (пункті концентрації, маршрутній базі) з подальшим розпиленням у припортовому районі.

З метою створення ефективної технології використання ступеневих маршрутів обрано як дослідний реальний полігон регіональної філії Південна залізниця з п'яти станцій, динаміку обсягів навантаження зернових вантажів на яких наведено на рис. 3.1. Математичне очікування навантаження полігону складає 504 ваг/міс., коефіцієнт нерівномірності 1,43. Географічний аналіз пунктів вантажоутворення, навантажувальні можливості вантажних станцій, технологічні можливості забезпечення вагонами і тяговим рухомим складом дають підставу вважати можливим застосування ступеневих маршрутів, але обґрунтування її ефективності запропоновано формалізувати за допомогою моделі на мережі Петрі.

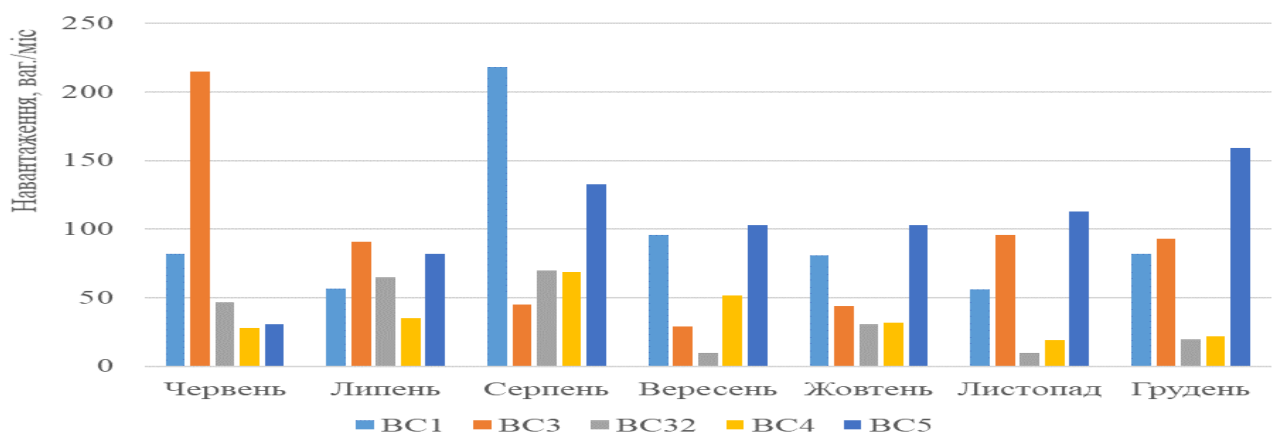


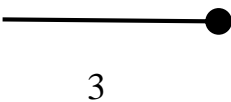
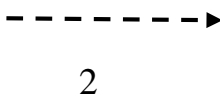


Рисунок 3.1 – Динаміка навантаження зернових вантажів на дослідному залізничному полігоні (додаток В)

Гібридні дискретні мережі Петрі реалізуються подіями та умовами, поданими абстрактними символами з двох алфавітів, що не перетинаються та які називаються відповідно множиною переходів і множиною позицій [46].

Умови-позиції і події-переходи пов'язані із співставленням безпосередньої залежності (безпосереднього причинно-наслідкового зв'язку), зображуваними за допомогою спрямованих дуг, що ведуть з позицій у переходи і з переходів у позиції. Позиції, з яких ведуть дуги на даний перехід, є його вхідними позиціями, а позиції, на які ведуть дуги з даного переходу, - вихідними позиціями. Стисла характеристика елементів мережі Петрі наведена в табл 3.1.

Таблиця 3.1 - Стисла характеристика елементів гібридної мережі Петрі

Графічне позначення	Назва	Коротка характеристика
	позиція	Позиція характеризує деякий стан системи. При цьому Р - назва переходу; m1 - маркування даної позиції
	перехід	Перехід визначає перехід маркування системи з однієї позиції в іншу. При цьому Т - назва переходу; 0 - час затримки спрацювання переходу $t_{затр}$.
	Синтез- дуга	Спрямована дуга з'єднує перехід і позицію або позицію і перехід. Цифра визначає вагу дуги
	Дуга- інгібітор	Спрямована дуга, що з'єднує позицію з переходом і не дозволяє переклад маркерів через перехід. Цифра визначає вагу дуги
	Тест- дуга	Спрямована дуга з'єднує перехід з позицією і дозволяє встановити умову спрацювання переходу. Цифра визначає вагу дуги

Структура моделі на мережі Петрі в канонічному вигляді задана сукупністю множин

$$C = \{P, T, I, O, F, M_0\}, \quad (3.1)$$

де P - кінцева множина позицій;

T – кінцева множина переходів;

I - множина вхідних дуг (вхідна функція);

O - множина вихідних дуг (вихідна функція);

F - множина часу затримки спрацьовування переходу;

M_0 - початкове маркування мережі.

При цьому множина переходів і позицій не перетинаються, тобто

$$P \cap T = \emptyset. \quad (3.2)$$

У той же час

$$P = \begin{pmatrix} P_1 & T_1 & k_{11} \\ \dots & \dots & \dots \\ P_i & T_j & k_{ij} \\ \dots & \dots & \dots \\ P_n & T_m & k_{nm} \end{pmatrix}; T = \begin{pmatrix} T_1 & P_1 & k_{11} \\ \dots & \dots & \dots \\ T_i & P_j & k_{ij} \\ \dots & \dots & \dots \\ T_m & P_n & k_{mn} \end{pmatrix}; I = \begin{pmatrix} s_1 & g_1 & e_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ s_i & g_i & e_i \\ \dots & \dots & \dots \\ s_m & g_m & e_m \end{pmatrix};$$

$$O = \begin{pmatrix} s_1 \\ \dots \\ s_i \\ \dots \\ s_m \end{pmatrix}; F = \begin{pmatrix} \tau_1 \\ \dots \\ \tau_i \\ \dots \\ \tau_m \end{pmatrix}; M_0 = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \dots \\ \mu_i \\ \dots \\ \mu_n \end{pmatrix}, \quad (3.3)$$

де n, m - відповідно кількість позицій і переходів;

k - вага відповідних дуг;

s_i - кількість синтезуючих дуг, що входять до i -го переходу (для безлічі I) або виходять з i -го переходу (для множини O);

g_i - кількість інгібіторних дуг, що входять до i -го переходу;

e_i - кількість тестових дуг, що входять в i -й перехід;

μ_i - маркування i -ї позиції.

перехід T_i вважаємо дозволеним у момент $t_{зроб}$ для всіх позицій P_j , якщо для всіх синтезуючих і тестових дуг у момент $t_{затр}$, що входять до нього виконується умова

$$\mu(P_j) \geq \#(P_j, I(T_i)), \quad (3.4)$$

а для інгібіторних дуг –

$$\mu(P_j) = 0, \quad (3.5)$$

і при цьому

$$t_{зроб} = \tau_i + t_{затр}. \quad (3.6)$$

Маркування кожної позиції мережі змінюється за таким правилом :

$$\mu_{k+1}(P_j) = \mu_k(P_j) - I(T_i) + O(T_i). \quad (3.7)$$

Розглянутий вид мереж Петрі дозволяє враховувати специфіку логістичних потоків за рахунок урахування такої їхньої властивості, як дискретність кількості вагонів, локомотивів та 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.

На рис. 3.2 подано загальний вигляд моделі технології формування залізничних ступеневих маршрутів для перевезень зернових вантажів, створеної за допомогою гібридної мережі Петрі.

Модель виконано за блочною схемою – окремі технологічні блоки (вантажна станція, дільниця обслуговування, локомотивне господарство) дозволяють поширювати модель на інші полігони. У моделі здійснено припущення, що всі вагони під навантаженням є вагонами одного типу, а обсяги навантаження кожної станції відповідають їх математичному очікуванню.

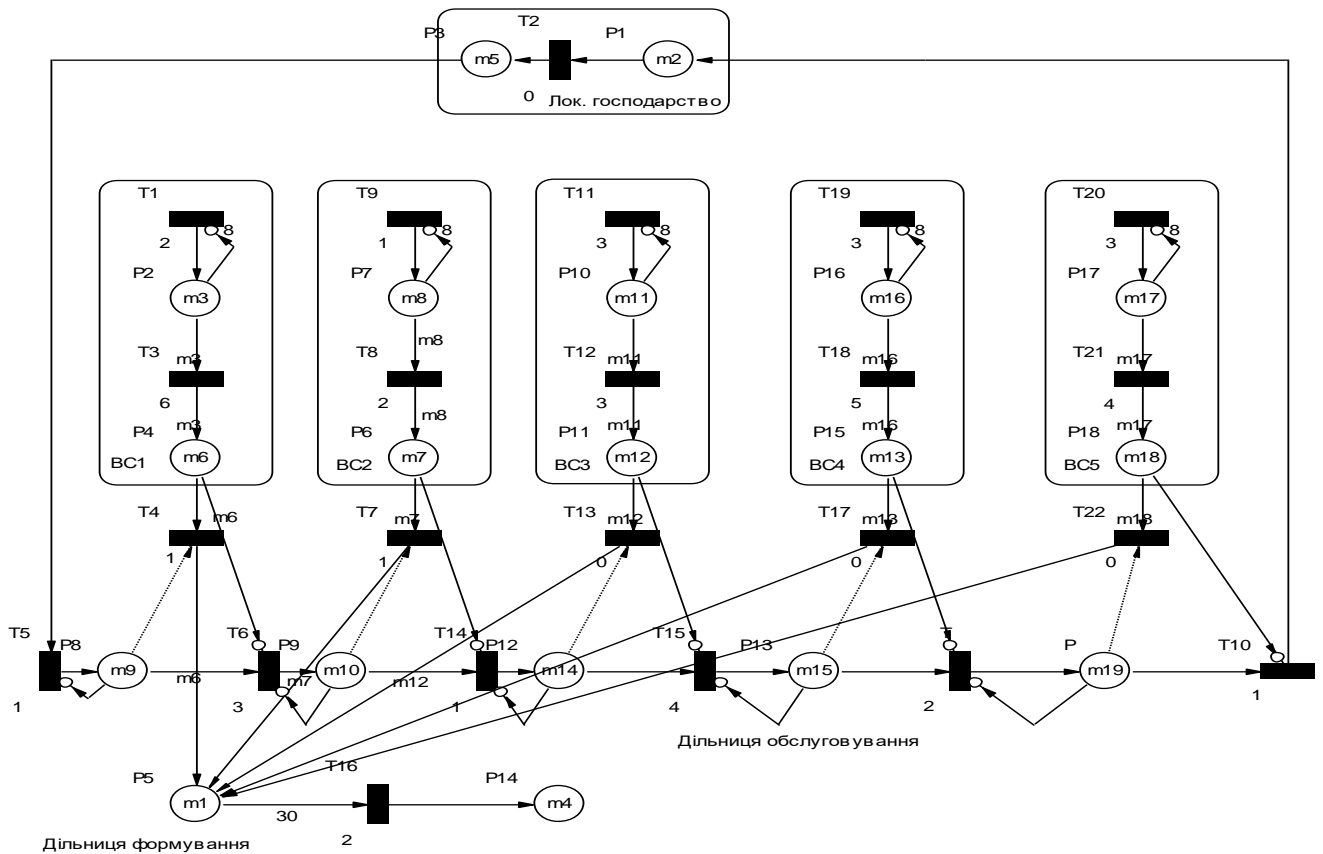


Рисунок 3.2 - Загальний вигляд моделі технології формування залізничних ступеневих маршрутів зернових вантажів на мережі Петрі

З метою виключення неоднозначності у функціонуванні моделі та підвищення її стійкості до зациклення в моделі використано дуги-інгібітори, що дозволило уникнути перехідних інваріантів [47]. Виключення наявності позиційних інваріантів визначається властивістю зберігання мережі. Це досягнуто за допомогою використання синтез-дуг із динамічними вагами (наприклад між переходом T3 та позицією P4), що вперше застосовується для моделювання технологічних процесів залізничних перевезень масових вантажів. Дійсно, після закінчення моделювання має місце рівність початкового та фінального маркування мережі, тобто адекватність моделі також підтверджується властивістю зберігання мережі-моделі.

Здійснено моделювання технології формування ступеневого маршруту на дослідному полігоні для різного його складу m_m , результати моделювання наведено на рис. 3.3.

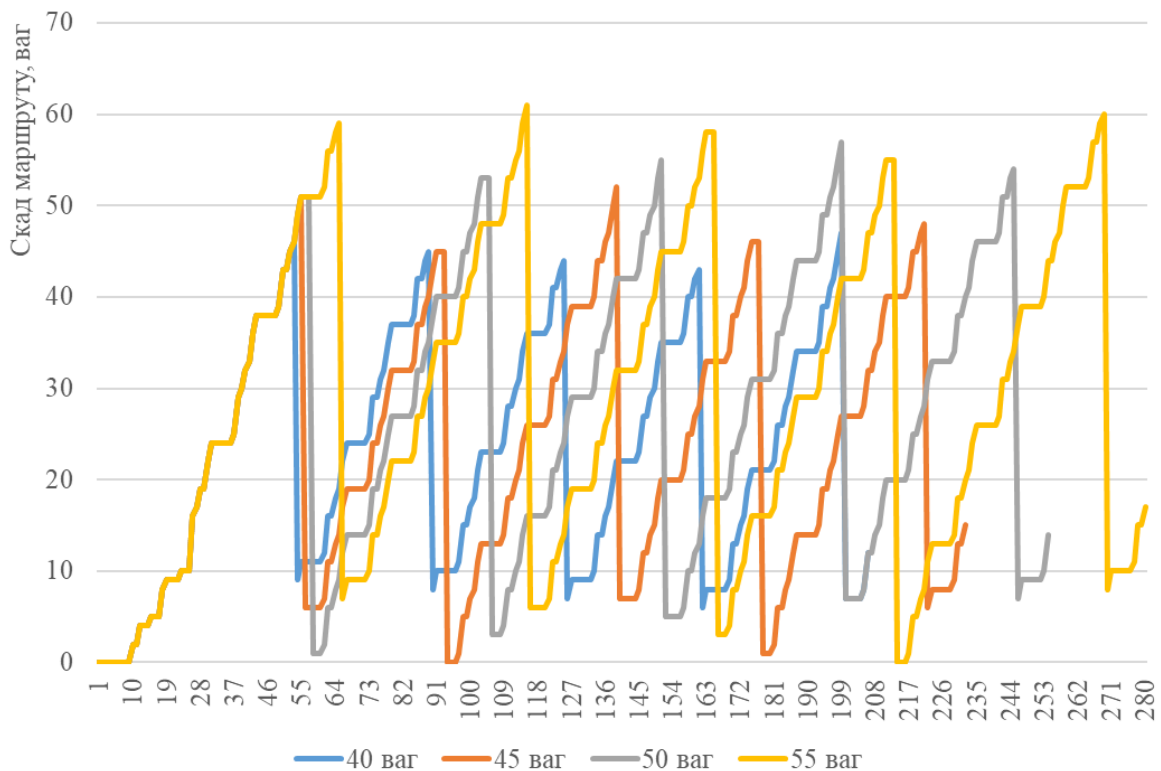


Рисунок 3.3 – Результати моделювання накопичення вагонів на ступеневий маршрут різного складу на дослідному полігоні

Аналіз технологічних варіантів, що зведено до табл. 3.2, показав, що при незначній різниці у тривалості середнього простою місцевого вагона при складі маршруту $m_m = 40$ ваг, та $m_m = 45$ ваг (на 0,2 год) на 26 % зростають непродуктивні простої вагонів під очікуванням операцій і накопиченням у якості залишкових груп. Тобто економія вагоно-годин простою місцевих вагонів при $m_m = 40$ «перекривається» непродуктивними простоями та складає 20,1 ваг-год/маршрут, а інші технологічні варіанти ($m_m = 50$ ваг, $m_m = 55$ ваг) з цієї точки зору ще гірші. Раціональним на даному полігоні можна вважати варіант ступеневого маршруту при $m_m = 45$ ваг в умовах скорочення часу на формування маршруту на 12 год (18 %) порівняно із базовим варіантом.

Таблиця 3.2 – Аналіз результатів моделювання

Склад маршруту m_m , ваг	40	45	50	55
Загальні ваг-год накопичення	4646	5275	6552	7923
Ваг-год накопичення на маршрут	929,2	1055,0	1310,4	1584,6
Середній час на формування маршруту, год	55	57	59	67
Середній простій місцевого вагона, год	23,2	23,4	26,2	28,8
Ваг.год додаткового непродуктивного простою вагонів	779	574	895	868
Питомий непродуктивний простій на відправлений маршрут, ваг.год	20,1	13,3	18,4	16,3
Відносна ефективність технології порівнянно з раціональною	0,66	1,0	0,72	0,82

Результати моделювання довели існування раціонального технологічного варіанта формування ступеневого маршруту з зерновими вантажами на дослідному полігоні при $m_m = 45$ ваг для розглянутого реального полігону. Аналіз показує, що можливе існування кращого, ніж запропонований, технологічного варіанта при збільшенні складу маршруту, але на m_m діє обмеження за корисною довжиною колій і тягою поїзного локомотива. Запропонований підхід до формування технології маршрутних відправок зернових вантажів дозволяє враховувати інтереси всіх учасників перевезення, інтегрувати їх до єдиного інформаційного середовища та забезпечити покращення ефективності перевезень порівняно з існуючими технологіями. У перспективі це дає змогу створити технологічну карту [48] маршрутної відправки зернових вантажів у реальному масштабі часу, яка в єдиному інтелектуальному інформаційному середовищі дозволить здійснити прогнозування підходу маршрутів до пункту призначення та скоротити загальний час прямування зернових вантажів залізницями.

3.2. Формалізація технології формування ступеневого залізничного маршруту зернових вантажів на базі техніко-економічної моделі

Аналіз помісячного навантаження зернових вантажів по дільниці за досліджуваний період має рівномірний характер із коефіцієнтом нерівномірності на рівні 0,2 (рис. 3.4). Виняток становить період із серпня по вересень, що обумовлено збиранням врожаю соняшника, сої, кукурудзи тощо. Якщо врахувати коефіцієнт нерівномірності, обсяги навантаження на дільниці та норму маршруту на дільниці за 50 ваг, маємо середній час на його формування близько 4 діб. При формуванні будь-яких рішень щодо оптимізації перевезення зернових вантажів слід враховувати природу

вантажоутворення в сучасних умовах. Дана номенклатура вантажів є невід'ємною складовою у формуванні глобальних економічних закономірностей, тому, окрім сезонних коливань, пов'язаних із об'єктивними природними чинниками, слід враховувати зовнішні чинники - договірні зобов'язання трейдера та експортера, курси коливання валют тощо.

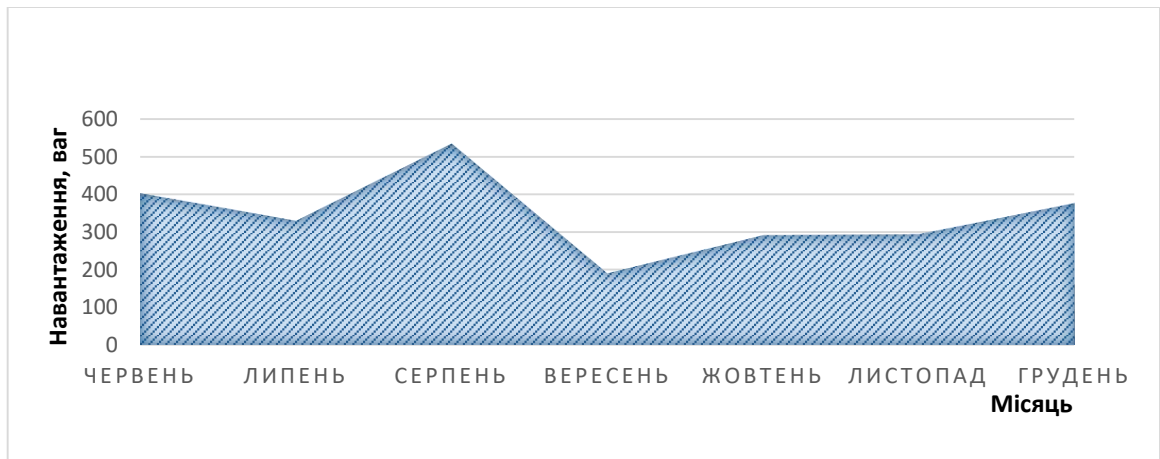
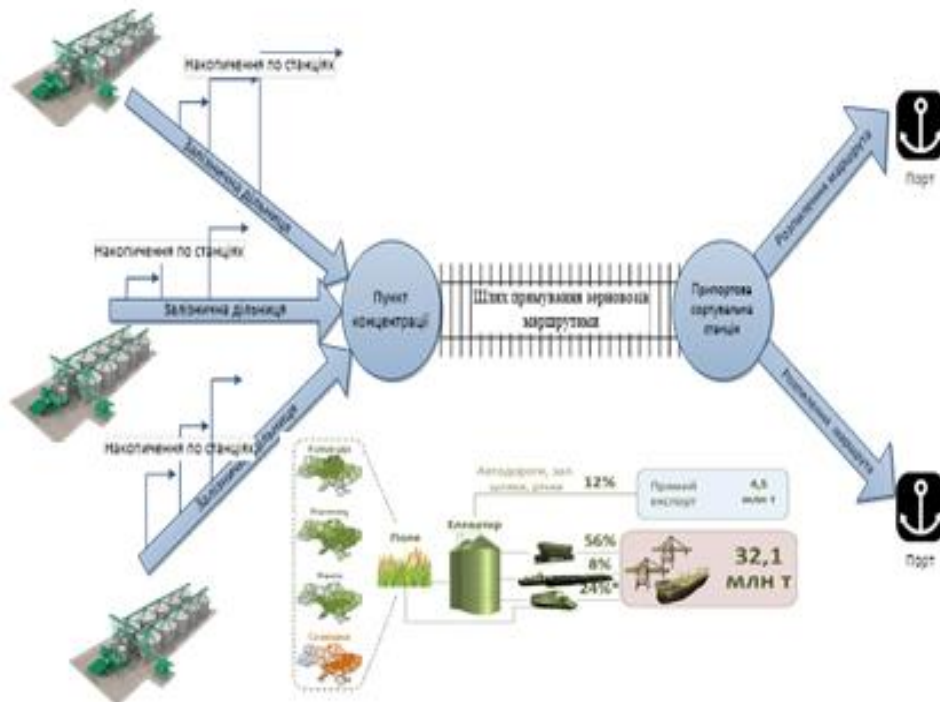


Рисунок 3.4 - Навантаження зернових вантажів за звітний період помісячно на дослідному полігоні

Ключовими аспектами при формуванні маршруту є виконання умов за рахунок чого може існувати такий варіант перевезення

- скорочення експлуатаційних витрат оператора інфраструктури в процесі перевезення за рахунок проходження технічних і дільничних станцій без переробки;
- скорочення часу обігу вагона за рахунок зменшення технологічних операцій на шляху прямування;
- можливість у подальшому використовувати створений маршрут для подачі на іншу дільницю за необхідності.

Географічний аналіз пунктів вантажоутворення, технологічні можливості опорних станцій, сортувальні можливості припортового регіону та кількість основних портів дають змогу запропонувати таку технологічну карту маршрутної відправки зернових вантажів, як на (рис. 3.5).



15

Рисунок 3.5 – Схема формування маршруту з зерновозів на пункті концентрації вантажної роботи з подальшим розпиленням до портів

Зважаючи на вищесказане, при більш детальному прогнозуванні обсягів перевезення зернових вантажів у конкретний проміжок часу слід враховувати не потужність станцій формування вантажу чи будь-які інші чинники, а конкретні заявки вантажовідправників.

Зупинимось на двох основних варіантах формування маршрутної відправки:

- 1) ступеневий маршрут із формуванням партії вантажу на залізничній дільниці та подальшим розпиленням у припортовому районі;

- 2) ступеневий маршрут із формуванням партії вантажу на станції, що за своїм технологічним призначенням є пунктом концентрації (маршрутною базою) з подальшим розпиленням у припортовому районі.

Технологія формування 1-го варіанта має бути пов'язана з роботою дільничного локомотива [1]. Враховуючи тенденції реформування галузі маневровий локомотив має містити у своїй бригаді складача поїздів та комерційного агента, що дозволить приймати вантаж до перевезення як у технічному, так і комерційному складі. Створення перевізного документа та інших інформаційні операції з вагоном виконують працівники товарної контори. Колійний розвиток станцій вантажоутворення у разі вимоги дозволяє накопичувати маршрут, що дає додаткові варіанти оптимально організувати роботу станційного та дільничного локомотива.

Якщо обсягів для формування маршруту на залізничній дільниці недостатньо, слід розглянути 2-й варіант із формуванням маршруту на опорній станції (яка за своїм функціоналом може бути технічною станцією). У такому разі слід аналізувати технологічні особливості кожного варіанта накопичення окремо і формувати маршрут із двох або більше дільниць.

Ключовим у вирішенні поставленого питання є створення моделі оптимального планування формування маршруту зернових вантажів з визначенням таких технологічних параметрів:

- кількість вагонів у маршруті q ;
- час на його накопичення t ;
- визначення меж, для яких буде оптимальним 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 з накопиченням. Ключовими питаннями при побудові такої моделі буде визначення оптимальної кількості вагонів у маршруті, зважаючи на сезонні коливання цього сегмента визначення необхідної кількості заявок на перевезення по даній ділянці та створення безпосередньо цільової функції експлуатаційних витрат.

Витрати при формуванні маршрутною відправки складаються з таких складових:

Загальні витрати при накопиченні маршрута

$$C_1 = (C'_x + Z'_T) \cdot t_{qi}, \quad (3.8)$$

де m – кількість станцій на ділянці;

q^i – розмір партії вантажу на i -й станції, т;

t_{qi} - час простою вагонів під накопиченням на маршрут по i -й станції, год;

q_{st} - статичне навантаження, для зернових вантажів прийнято 68 т/ваг;

C'_x - експлуатаційна питома вартість простою одного вагону вантажу під очікуванням накопичення на маршрут, грн/ваг. год;

Z'_T - питома вартість простою одного вагону вантажу під очікуванням накопичення на маршрут для відправника, грн/ваг. год;

Експлуатаційні витрати при навантаженні

$$C_2 = \frac{q_x}{Q_c} \cdot C'_x + C_T, \quad (3.9)$$

де C_T - експлуатаційні витрати при навантаженні за тону, грн/ваг ;

Q_c - переробна спроможність фронтів станції, т/год;

q_x – розмір партії вантажу в маршруті, тонн.

Витрати на логістичну та інформаційну складову при формуванні маршрута

$$C_3 = \frac{f_{arm} \cdot t_{qi} \cdot q_{st}}{q_x}, \quad (3.10)$$

де f_{arm} - експлуатаційні витрати на утримання АРМ за годину з урахуванням фонду заробітної плати, грн/год;

Експлуатаційні витрати при формуванні маршруту з доставкою на опорну станцію

$$C_4 = \frac{\sum_{i=1}^m g_i (C_m + C_{zp}) \cdot t_i}{q_x} \cdot q_{st}, \quad (3.11)$$

де C_m - вартість локомотиво -години маневрової роботи, грн/год;

C_{zp} - фонд заробітної праці працівників комерційного цеху та цеху руху, грн/год;

t_i - загальний час роботи маневрового локомотива по і-й станції ділянки, год.

g_i - булева змінна, що враховує виконання процесу пересування частин ступеневого маршруту по дільниці маневровим локомотивом ($g_i=1$) або в інший спосіб ($g_i=0$) в i -му завантажувальному районі;

Експлуатаційні витрати при вивантаженні

$$C_4 = \frac{\sum_{i=1}^m s_i C_{mkm} \cdot L_i}{1000 q_x V_D} \cdot q_{st} \quad (3.12)$$

де C_{mkm} – ставка питомих витрат на 1000 ткм бруто вантажного руху, грн.;

L_i – довжина i -ї залізничної дільниці між завантажувальними районами, км;

V_D - середня дільнична швидкість, км/год;

s_i - булева змінна, що враховує виконання процесу пересування частин ступеневого маршруту по дільниці поїзним локомотивом ($s_i=1$) або в інший спосіб ($s_i=0$) в i -му завантажувальному районі;

Експлуатаційні витрати при вивантаженні

$$C_5 = \frac{C_T'' \cdot q_x}{Q_P}, \quad (3.13)$$

де C_T'' - експлуатаційні витрати при вивантаженні за годину, грн/год;

Q_P - можлива переробна спроможність порту, т/год.

Логістичні витрати з раціонального розподілу порожнього рухомого складу для формування маршруту (згідно з тарифною схемою № 14.2 ТР№ 1 [49]). Враховуючи залежність витрат від багатьох зовнішніх чинників, у

розрахунках використано результат апроксимації тарифної схеми у вигляді степеневі функції

$$C_6 = n^{1/n} \cdot f_{log} \quad (3.14)$$

де f_{log} - витрати на підсилку групи порожнього рухомого складу згідно ТР№4, грн. Наприклад, при $n=5$ складає 494 грн, при $n=4$ – 482 грн, при $n=3$ – 473 грн;

$n^{1/n}$ – кількість груп порожніх вагонів, з яких формується маршрут з урахуванням логістики підсилки порожнього рухомого складу. Величину цього показника встановлено шляхом аналізу роботи декількох дільниць Харківської дирекції залізничних перевезень.

Витрати на зберігання вантажу в очікуванні вивантаження в порту

$$C_7 = \left(\frac{C_{xm} + Z_T}{q_x} \right) \cdot t_x \cdot q_{st}, \quad (3.15)$$

де t_x - час простою маршруту на станції вивантаження, год;

C_{xm} - експлуатаційна питома вартість простою маршруту в очікуванні на станції вивантаження, грн/ год;

Z_T - питома вартість простою маршруту в очікуванні вивантаження для відправника, грн/год.

Експлуатаційні витрати на станції призначення враховуючи особливості відправки

$$C_8 = \frac{(C_m + C_{zp}) \cdot t_{mv}}{q_x} \cdot q_{st}, \quad (3.16)$$

де t_{mv} - загальний час роботи маневрового локомотива на станції

вивантаження

Таким чином, цільова функція моделі перевезення зернових вантажів маршрутами з накопиченням має вигляд

$$C = \sum_{i=1}^8 C_i \Rightarrow \min. \quad (3.17)$$

У явному вигляді модель із системою обмежень, що забезпечує виконання технічних, технологічних, логістичних і правових умов, має такий вигляд:

$$C(q_x) = \sum_{i=1}^8 C_i = (C'_x + Z'_T) \cdot t_{qi} + \frac{q_x}{Q_c} \cdot C'_x + C_T + \frac{f_{arm} \cdot t_{qi} \cdot q_{st}}{q_x} + \frac{\sum_{i=1}^m g_i (C_m + C_{zp}) \cdot t_i}{q_x} \cdot q_{st} + \frac{\sum_{i=1}^m s_i C_{mkm} \cdot L_i}{1000 q_x V_d} \times \quad (2)$$

$$\times q_{st} + \frac{C''_T \cdot q_x}{Q_p} + n^{1/n} \cdot f_{log} + \left(\frac{C_{xm} + Z_T}{q_x} \right) \cdot t_x \cdot q_{st} + \frac{(C_m + C_{zp}) \cdot t_{mv}}{q_x} \cdot q_{st} \Rightarrow \min, \quad (3.18)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{\min} \leq q_x \leq q_{\max} - \text{партія вантажу не повинна перевищувати максимально - допустиму вагову норму щодо вантажних поїздів на даному напрямку } q_{\max} \\ q_{\min} - \text{відповідна мінімальна вагова норма, } q_{\min} = q_{cr} \\ \frac{q_x}{Q_{\Pi}} + t + T_{\text{пер}} \leq T_{\text{норм}} \end{array} \right.$$

Графічне відображення поверхні відгуку моделі (3.18) процесу формування ступеневого маршруту на умовній ділянці наведено на рис. 3.6.

Враховуючи всі вищенаведені складові та принципи формування маршруту маємо графічне відображення цільової функції, зображене на рис. 3.7. Зважаючи на графічний результат оптимальна кількість вагонів у маршруті складає близько 30, а тенденція до зростання потових витрат починається з 50. Така ситуація дозволяє формувати маршрут з урахуванням оперативної ситуації та враховувати технологічні обмеження конкретної відправки.

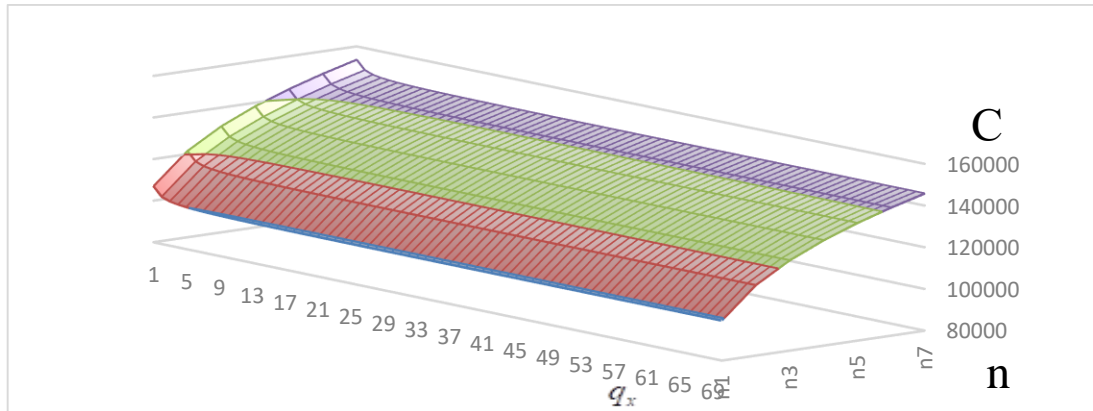


Рисунок 3.6 - Графічне відображення результатів моделювання у вигляді поверхні відгуку експлуатаційних витрат на перевезення маршруту зернових вантажів залежно від кількості вагонів і їхніх груп на полігоні в процесі формування ступеневого маршруту на дослідній ділянці

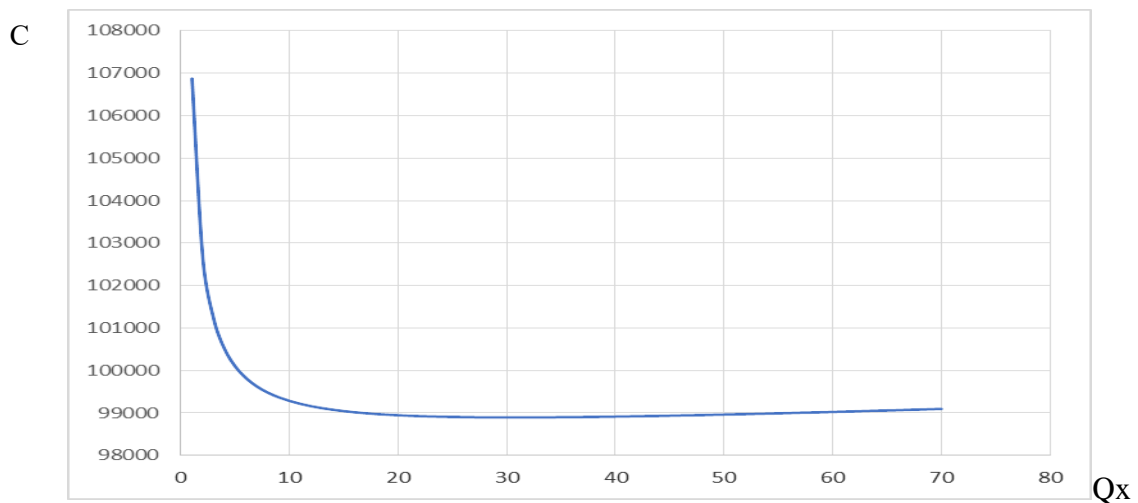


Рисунок 3.7 – Значення цільової функції моделі (для пошуку раціонального складу ступеневого залізничного маршруту)

Запропонований підхід формування ступеневих маршрутних відправок зерна враховує інтереси всіх учасників перевезення, що є особливо актуальним в інтегруванні транспортної галузі до ринкових реалій сьогодення. Урахування

такого показника як питома вартість простою однієї тонни вантажу в очікуванні вивантаження для відправника (Z'_T), може наглядно демонструвати значення результату впровадження логістичних рішень у перевезення зернових вантажів протягом всього процесу перевезення. Організацію перевезення зернових вантажів залізничними ступеневими маршрутами вперше запропоновано удосконалити за рахунок використанням сучасної технолого-економічної моделі (додаток Г). Головні її ознаки полягають у створенні справедливих технологічних умов формування ринку перевезень зернових вантажів, де ключову роль відіграє оператор інфраструктури. Керуючись цими принципами залізниця має змогу оптимізувати експлуатаційні витрати за рахунок скорочення простою під вантажними операціями, часу доставки вантажу. Подальше використання цього підходу полягає в його впровадженні до інформаційно-керуючих систем.

3.3. Висновки до розділу 3

1. Забезпеченню надання якісних послуг залізничним перевізником заважає дефіцит зерновозів і тягового рухомого складу на фоні збільшення обсягів наданих до перевезень зернових вантажів. Це призводить до непродуктивних простоїв вагонів під навантаженням, в очікуванні та під накопиченням на відправку. Зокрема, у 2018 році один з найпотужніших у країні Степанівський елеватор (станція примикання Торопилівка, регіональна філія «Південна залізниця») має потужність зберігання 488 тис. т і здійснює навантаження маршрутів складом 54 вагони в середньому за 15 год. В той же час, наприклад, група з 17 зерновозів по станції Лихачове в середньому перебуває під навантаженням 24,2 год, окремий зерновоз з тієї же станції – 29,7 год., а зерновоз зі станції Савинці – 32 год.

2. Аналіз помісячного навантаження зернових вантажів на дослідному полігоні за досліджуваний період, що має певний характер нерівномірності, географічний аналіз пунктів вантажоутворення, технологічні можливості опорних станцій, сортувальні можливості припортового регіону та особливості технології формування місцевої роботи, пов'язаної із роботою дільничного локомотива, що дозволить додатково зменшити місцеві експлуатаційні витрати спонукають до розроблення перевезення зернових вантажів на відповідних технологічних характеристиках дільницях ступеневих маршрутів.

3. Запропоноване моделювання за допомогою мережі Петрі довели існування раціонального технологічного варіанта формування ступеневого маршруту з зерновими вантажами на дослідному полігоні при $m_m = 45$ ваг для розглянутого реального полігону. Аналіз показує, що можливе існування кращого, ніж запропонований, технологічного варіанта при збільшенні складу маршруту, але на m_m діє обмеження за корисною довжиною колій і тягою поїзного локомотива. Запропонований підхід до формування технології маршрутних відправок зернових вантажів дозволяє врахувати інтереси всіх учасників перевезення, інтегрувати їх до єдиного інформаційного середовища та забезпечити покращення ефективності перевезень порівняно з існуючими технологіями.

4. Формування ступеневого маршруту перевезення зернових вантажів запропоновано на базі техніко-економічної моделі. Такий підхід формування ступеневих маршрутних відправок зерна враховує інтереси всіх учасників перевезення, що є особливо актуальним в інтегруванні транспортної галузі до ринкових реалій сьогодення. Універсальність моделі, що визначає результат у єдиній одиниці вимірювання, дозволить оператору інфраструктури формувати такі відправлення на двох та більше дільницях, що надасть значної варіативності в період незначних обсягів перевезення. Урахування такого

показника, як питома вартість простою однієї тони вантажу в очікуванні для відправника (Z'_t) зможе наглядно демонструвати значення результату впровадження логістичних рішень у перевезення зернових вантажів протягом всього процесу перевезення.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ФОРМУВАННЯ
СТУПЕНЕВОГО МАРШРУТУ ІЗ ЗЕРНОВИМИ ВАНТАЖАМИ

4.1. Удосконалення технології перевезень зернових вантажів залізничним транспортом за допомогою АРМ та СППР оперативного персоналу

Значна частина вантажних перевезень транспортною системою України здійснюється залізничним транспортом. Одним з головних завдань стає тенденція до розвитку міжнародної транспортної системи в бік зростання зернових перевезень. Ефективну діяльність вітчизняного залізничного транспорту неможливо представити без сучасних інформаційних систем підтримки прийняття рішень (СППР) персоналом у підрозділах, що безпосередньо беруть участь у перевезеннях зернових перевезень. Для цього необхідно створити єдине інформаційне середовище, що повинно формуватись і використовуватись на базі сучасних методологічних підходів.

Однією з найбільш важливих особливостей формування бази знань у галузі транспортно-логістичних технологій є слабоформалізований і нечіткий характер критеріїв вибору технологічних альтернатив, їхніх параметрів та обмежень. З іншого боку, обсяг технологічної інформації стає настільки великим, що постає питання в автоматичному формуванні масивів даних про перевезення. Внаслідок цього, в багатьох випадках виявляється неможливою побудова адекватної математичної моделі, що призводить до необхідності використання методів експертних оцінок. Тому перспективним є необхідність розроблення методів, що дозволяють ефективно збирати технологічну інформацію за рахунок використання когнітивних методів та обробляти отримані дані за допомогою нечіткої логіки.

З метою наповнення бази знань і побудови ефективної СППР у ланцюгах доставки контейнерів залізницями най частіше використовують методи

експертних оцінок. Ці думки звичайно виражені частково в кількісній, частково в якісній формі. Процес підготовки інформації є дуже складним і недостатньо досліджений при його застосуванні у сфері транспортних технологій. Тому збір і підготовку інформації можна ефективно здійснювати за допомогою когнітивних технологій. У той же час, сучасним апаратом обробки експертної інформації є методи, засновані на формалізації у вигляді нечітких множин. Останні дозволяють враховувати кількісні характеристики переваги одного технологічного варіанта над іншими, що дає можливість більш якісно сформулювати узагальнене технологічне рішення.

Стан транспортної інфраструктури призводить до необхідності розвитку корпоративного ринку логістики, застосування сучасних поведінкових моделей формування ланцюгів поставок зернових вантажів. Традиційно ланцюг постачання є множиною послідовно взаємодіючих між собою підсистем постачальників і споживачів ресурсу [50]. Цей факт свідчить про необхідність отримувати та обробляти інформацію від різних перевізників та у різних форматах.

Перевезення зернових вантажів забезпечує застосування великої кількості способів доставки вантажів різної номенклатури. Це дозволяє не тільки економити на транспортних витратах, але й потребує реалізовувати високоефективну технологію роботи на базі інтелектуальних інформаційних систем [51] в умовах створення автоматизованих контейнерних терміналів. Формальні правила, норми і технічні регламенти між елементами ланцюга постачання можуть кардинально відрізнятись. У країнах ЄС створено правила включення всіх видів транспорту до логістичних ланцюгів постачання, відповідно до директиви про «розумні» транспортні системи 2010/40/ЄС [52] та на основі стандарту ISO 14813-1 [51]. Вони трактують інтелектуальну транспортну систему як таку, у якій застосовуються інформаційні та комунікаційні технології у сфері транспорту і яка має можливість взаємодіяти з іншими видами транспорту, включаючи інфраструктуру і транспортні засоби

інших учасників системи, зокрема системи транспортного регулювання. Стосовно систем вантажних перевезень зернових вантажів це означає, що для прийняття ефективних рішень у них можуть застосовуватися технології прогнозування технологічної ситуації та моделювання виходячи з накопиченої раніше інформації із реалізацією їх на базі когнітивної інформаційної системи (наприклад IBM Watson).

Застосування вантажних перевезень зернових вантажів вимагає уніфікації вимог до інфраструктури, техніки і технологій. При здійсненні одноразових вкладень виникає можливість одночасної обробки на терміналах і шляху прямування всіх типів інтермодальних одиниць, зокрема вагонів-зерновозів. Важливим показником надійності такої технології є ймовірність безвідмовного приймання, обробки або пропускання вагонопотоку системою, тобто здатність системи безперервно зберігати свою працездатність. Це можливе тільки шляхом отримання та використання інформації високого ступеня достовірності про стан вагонів-зерновозів і місце їх позиціонування у просторі [53]. Для забезпечення цього одним з підходів є формування ланцюгів доставки зернових вантажів залізницями, як складної когнітивної системи з використання СППР на базі нечіткої логіки.

Технологія функціонування транспортно-логістичної системи, вся її фінансово-економічна та маркетингова діяльність - це генерація технологіко-економічних результатів як відгуків на суперпозицію управлінських рішень осіб, які приймають рішення (ОПР), і зовнішніх ринкових сигналів, що мають недетермінований стохастичний характер [54]. Серед методів експертних оцінок, часто застосованих у транспортних технологіях, є метод сценаріїв (фреймірування) [55]. Його суть полягає у формуванні набору окремих варіантів розвитку подій (сценаріїв), що охоплюють всі можливі варіанти розвитку транспортної системи. Другим відомим методом експертних оцінок є метод Дельфи [56], де на першому етапі експерти називають імовірні варіанти розвитку стану системи. На другому кожен експерт знайомить зі

своєю думкою всіх інших. Середнє значення прогнозу по всій групі експертів вважається загальною думкою. Ці підходи повинні базуватись на великій кількості достовірної інформації, збір та обробка якої викликає певні труднощі в наслідок причин, зазначених раніше.

4.2. Впровадження методів систем підтримки прийняття рішень в процес перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами

Для проведення роботи за методом експертних оцінок звичайно створюють експертну групу. Перспективним апаратом обробки експертної інформації є методи, засновані на формалізації нечітких бінарних відношень переваги. Ефективність практичного застосування цих методів визначається можливістю надання експертам і ОПР оперувати парами альтернатив у вигляді бінарних відношень, що спрощує роботу експертів і підвищує надійність експертної інформації. Нечіткі відносини переваги думки експертів дозволяють враховувати інтенсивність переваги одного варіанта над іншими, що, як наведено вище, дає можливість більш адекватно сформулювати узагальнений висновок експертів.

У проблемі підбору експертів можна виділити дві складові: складання списку можливих експертів і вибір з них експертної групи відповідно до компетентності кандидатів.

Розглянемо процес формування експертної групи і оцінювання якості інформації при формуванні бази знань нечіткої системи підтримки прийняття рішення (СППР). Згідно з роботою [53] включення експерта до складу експертної групи обсягом n можна здійснити за критерієм максимальної погодженості на основі обчислення коефіцієнтів взаємної парної рангової кореляції думок i -го та j -го експертів. Це пов'язано з тим, що думки експертів можуть значно відрізнятися в малій експертній групі. Під думками будемо

розуміти рангову оцінку експертом технологічного варіанта в ланцюзі доставки зернових вантажів залізницями.

Обчислення коефіцієнтів взаємної парної рангової кореляції думки β_i і-го та β_j j- го експертів виконано за формулою

$$\mu_{ij} = \frac{\overline{\beta_i \beta_j} - \overline{\beta_i} * \overline{\beta_j}}{\sqrt{\left[\overline{\beta_i^2} - (\overline{\beta_i})^2 \right] \left[\overline{\beta_j^2} - (\overline{\beta_j})^2 \right]}} \quad (4.1)$$

де $\overline{\beta_i \beta_j}$ - середня добутку значень;

$\overline{\beta_i}, \overline{\beta_j}$ - середні значення думок експертів;

$\overline{\beta_i^2}, \overline{\beta_j^2}$ - середні значення квадратів думок експертів.

Усереднені коефіцієнти взаємної парної рангової кореляції можуть набувати значення $\mu_{ij} \in [-1;1]$. Якщо величина $\mu_{ij}=1$, то оцінки і-го та j-го експертів повністю співпадають, якщо $\mu_{ij}=-1$ - оцінки взаємно протилежні. У той же час при $\mu_{ij}=0$ зв'язку між думками експертів нема.

На підставі значень побудованої матриці коефіцієнтів взаємної парний рангової кореляції можливо сформуванати групу експертів з урахуванням вимоги погодженості думок. Якщо група експертів задовольняє цієї вимоги, то коефіцієнти їх парних рангових кореляцій більше нуля, а сума цих коефіцієнтів максимальна. Таким чином, M являє собою бінарне відношення думок на кінцевій множині експертів n.

Поставимо групі експертів у відповідність вектор

$$E = \{\alpha_i\}, i \in [1, n] \quad (4.2)$$

де α_i – являє собою одиночну функцію Хевісайда, $\alpha_j \in [0, 1]$, яка показує участь експерта в групі ($\alpha_j = 1$) або неможливість участі ($\alpha_j = 0$).

Таким чином, формалізацію процесу відбору експертів для формування бази знань СППР при виборі технологічного рішення в ланцюзі доставки зернових вантажів залізницями буде зведено до знаходження вектора E , що максимізує бінарне відношення думок експертів:

$$\begin{aligned}
 H &= \sum_{i \in n} \sum_{j \in n} \alpha_i \alpha_j \mu_{ij} \rightarrow \max; \\
 &\left\{ \begin{array}{l} \forall \alpha_i \in E; \forall \alpha_j \in E; \\ \mu_{ij} \in [-1; 1]; i \neq j; \\ \sum_{i \in n} \sum_{j \in n} \alpha_i \alpha_j \geq 2. \end{array} \right. \quad (4.3)
 \end{aligned}$$

Статистичні методи перевірки погодженості часто залежать від математичної природи відповідей експертів, якщо відповіді - результати незалежних парних порівнянь. Пошук «середньої» думки експертної групи стосовно технологічних процесів транспортування вагонів-зерновозів, можна здійснити, наприклад, за допомогою відомого методу з застосуванням медіани Кемені [54]. Обчислення медіани Кемені можливе за допомогою методів цілочисельного програмування, наприклад заснованих на методі гілок і границь або випадкового пошуку.

Як джерело інформації про транспортно-логістичний процес доставки зернових вантажів можна використати дані, що автоматично надаються у СППР через систему датчиків, RFID-міток, позиціонування за допомогою GPS-технологій. Такий підхід до використання елементів когнітивних технологій призводить до появи великої кількості багатомірної і частково невизначеної інформації. У цьому випадку правильність відбору інформації можна подати як нечітку множину, що є множиною результатів рішень

$$\Lambda = f[B_i, R_i(T_i), T_i] \quad (4.4)$$

де B_i – множина правил, чинник, процедур, стратегій прийняття рішень з i -ї задачі;

$R_i(T_i)$ – множина врахованих чинників у вигляді лінгвістичних змінних;

T_i – тривалість розв'язання i -ої задачі.

Функція $f[B_i, R_i(T_i), T_i]$ не може бути виражена аналітично, тому що її ключовим параметром є величина B_i . По суті B_i є думкою експертів стосовно технологічних процесів перевезень зернових вантажів, заснованою на зібраних автоматично даних. Критерієм, за яким формується експертна група, може бути критерій максимальної погодженості думок її членів, що розглянуто вище і наведено у вигляді формул (1)-(3), якщо час знаходження рішення СППР не є обмеженим. Якщо тривалість рішення задачі має істотне значення, то до формулі (3) необхідно ввести додаткове обмеження $T = \text{Arg} \min_H \sum_{i \in N} T_i$, де N – кількість задач, які потребують рішення.

Для формування СППР скористуємось апаратом нечітких множин. Нечітке висловлення експерта або слабоформалізовані дані, отримані автоматично, можна подати як конструкції для виду $\langle R_i(T_i) \in R'_i(T_i) \rangle$, де $R'_i(T_i)$ – конкретне значення лінгвістичної змінної, якому відповідає нечітка множина на універсальній множині R^* .

Для отримання нечітких висновків будемо використовувати правила перетворень нечітких висловлювань відповідно кон'юнктивної, диз'юнктивної та імплікативної форми [53]

$$\langle R_1(T_i) \in R'_1(T_i) \wedge R_2(T_i) \in R'_2(T_i) \rangle \Rightarrow \langle (R_1(T_i), R_2(T_i)) \in (R'_1(T_i) \cap R'_2(T_i)) \rangle \quad (4.5)$$

$$\langle R_1(T_i) \in R'_1(T_i) \vee R_2(T_i) \in R'_2(T_i) \rangle \Rightarrow \langle (R_1(T_i), R_2(T_i)) \in (R'_1(T_i) \cup R'_2(T_i)) \rangle \quad (4.6)$$

$$\langle R_1(T_i) \in R'_1(T_i) \text{ тобто } R_2(T_i) \in R'_2(T_i) \rangle \Rightarrow \langle (R_1(T_i), R_2(T_i)) \in (R'_1(T_i) \rightarrow R'_2(T_i)) \rangle \quad (4.7)$$

де $R'_1(T_i) \bullet R'_2(T_i)$ значення лінгвістичних змінних $(R_1(T_i), R_2(T_i))$, що відповідають вихідному висловленню $\langle R_1(T_i) \in R'_1(T_i) \bullet R_2(T_i) \in R'_2(T_i) \rangle$ и якому для лінгвістичних змінних $R_1(T_i)$ та $R_2(T_i)$ ставиться у відповідність нечітка множина з функцією приналежності $\mu_{R_1(T_i) \bullet R_2(T_i)}(R_1^*(T_i), R_2^*(T_i)) = \mu_{R_1(T_i)}(R_1^*(T_i)) \bullet \mu_{R_2(T_i)}(R_2^*(T_i))$. Форму і характер функції приналежності запропоновано встановити методом експертних оцінок.

Тоді за допомогою логіко-лінгвістичних методів можлива формалізація СППР щодо технологічних варіантів у ланцюгах доставки зернових вантажів залізницями. Вхідні і вихідні параметри СППР розглянемо як сукупність лінгвістичних висловлювань виду для формул (5) - (7), що дозволяє отримати нечітку базу знань Λ . Вона відображає функціональний взаємозв'язок нечітких змінних і є основою для побудови узагальненого нечіткого висновку, заданого на універсальній множині. Відношення Λ побудовано за композиційним правилом висновків Заде [57].

$$\mu_{R'_i(T_i)}(R_i^*(T_i)) = \bigcup_{R_i(T_i) \in R_i^*(T_i)} \left[\mu_{R_i(T_i)}(R_i'(T_i)) \cap \mu_{R_i(T_i)}(R_i^*(T_i)) \right] \quad (4.8)$$

Правило висновків (4.8) задає закон функціонування нечіткої СППР оцінювання ефективності технологічних варіантів у ланцюгах доставки зернових вантажів залізницями. Нечіткий висновок запропоновано здійснити загальновідомим способом у чотири етапи: фазифікація, безпосередній нечіткий висновок, акумуляція результатів і дефазифікація методом «центра мас».

З метою перевірки можливості використання запропонованого підходу до побудови СППР як вихідні дані було прийнято реальні дані підприємства зі значними обсягами переробки зернових вантажів. Середній обсяг переробки зернових вантажів становить від 100 до 300 вагонів на місяць. Необхідно залежно від обсягів переробки зернових вантажів і кількості готових маневрових локомотивів в експлуатації встановити раціональну кількість навантажувальних засобів (вагонів або автомобілів) на добу.

У результаті отримано нечітку множину $\hat{R}_1(T_i) \bullet \hat{R}_2(T_i) = \langle \text{Кількість навантажувальних засобів} \rangle$, а нечітка база знань Λ СППР щодо технологічних варіантів у ланцюгах доставки зернових вантажів залізницями буде мати вигляд (для спрощення час рішення і -ої задачі вважається незначним та умовно не враховується)

$$\Lambda = \begin{cases} B_1 : \langle R_{11} \wedge R_{12} \rangle \rightarrow \langle R'_{11} \wedge R'_{12} \rangle, \\ B_2 : \langle R_{21} \wedge R_{22} \rangle \rightarrow \langle R'_{21} \wedge R'_{22} \rangle, \\ B_3 : \langle R_{31} \wedge R_{32} \rangle \rightarrow \langle R'_{31} \wedge R'_{32} \rangle. \end{cases} \quad (4.9)$$

Приклад отриманої результуючої функції виконання (4.8) на множині (4.9) при кількості готових локомотивів 2 та обсязі роботи 100 вагонів наведено на рис. 4.1, кумулятивне значення складає 3,83 одиниці навантажувальних засобів на добу.

Кумулятивні значення результуючої функції нечіткого висновку для СППР при різних кількостях готових локомотивів та обсягах роботи наведено на рис. 4.2.

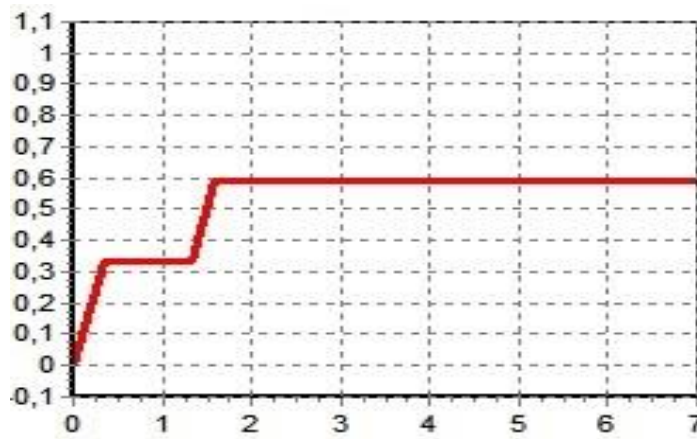


Рисунок 4.1 – Результуюча функція нечіткого висновку для СППР при кількості готових локомотивів 2 та обсязі роботи 100 вагонів

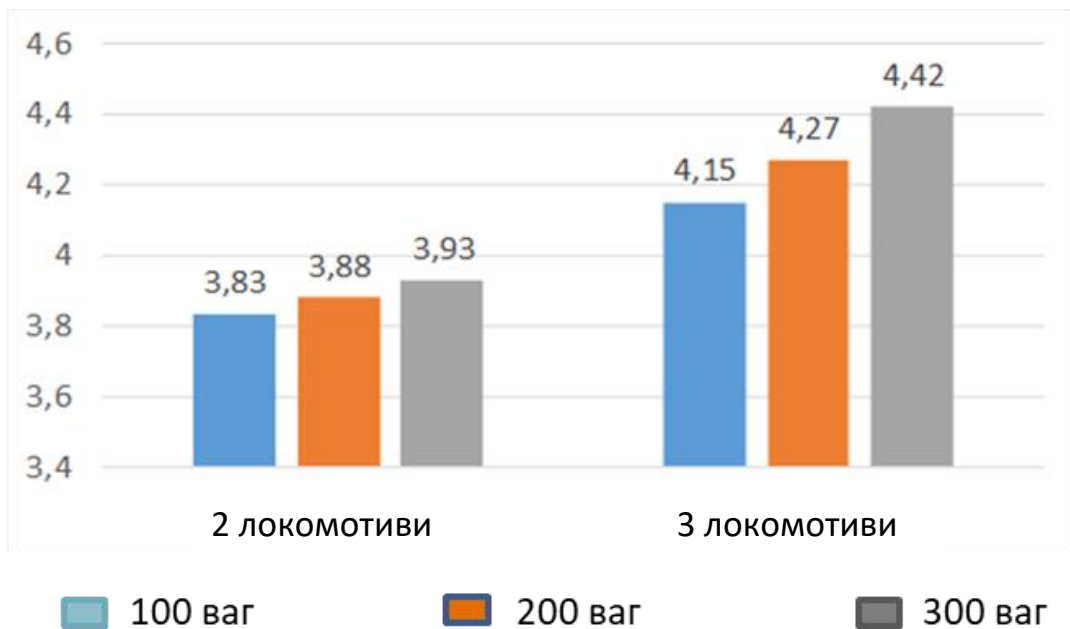


Рисунок 4.2 – Кумулятивні значення результуючої функції нечіткого висновку для СППР при різних кількостях готових локомотивів та обсягах роботи

Отриманий результат свідчить про можливість створення нечіткої бази СППР щодо технологічних варіантів у ланцюгах доставки вагонів-зерновозів залізницями та про достатню ефективність її використання ОПР на реальних залізничних полігонах. Запропонований підхід є досить універсальним, має

можливість розширення і уточнення шляхом введення нових термів і висловлювань.

Таким чином, запропонований підхід до вирішення завдання формування систем підтримки прийняття рішень з використанням когнітивних технологій у ланцюгах доставки вагонів-зерновозів залізницями сприяє підвищенню ефективності логістичних технологій за рахунок максимізації отриманого ефекту від прийнятих оперативних рішень. Для пошуку раціональної технології роботи логістичного ланцюга доставки зернових вантажів вперше використано апарат нечіткої логіки. Запропонований метод оцінювання та відбору нечіткої інформації при формуванні СППР вперше для умов перевезень за участю залізниць враховує і оптимізує як сам процес створення експертної групи, так і формалізацію відбору інформації та формування функцій приналежності нечітких множин, що характеризують технологічні показники перевезень зернових вантажів.

Для оцінювання ефективності створено СППР, за допомогою якої отримана оцінка раціональної кількості навантажувальних засобів (вагонів або автомобілів) на добу на основі нечіткої бази знань. Приклад використання запропонованого підходу показав можливість його практичного застосування в сучасних умовах транспортного ринку. На базі розглянутої моделі з єдиних методологічних позицій можливо створити відповідну мережу СППР на залізницях, автотранспортних підприємствах та контейнерних терміналах.

Як джерело інформації про транспортно-логістичний процес доставки зернових вантажів можна використати дані, що автоматично надаються в СППР за допомогою елементів когнітивних систем, наприклад через систему датчиків, RFID-міток, позиціонування за допомогою GPS –технологій.

4.3. Економічне обґрунтування ефективності впровадження запропонованої технології перевезення зернових вантажів ступеневими маршрутами

Економічний ефект від запровадження інвестиційного проекту з впровадження моделі формування ступеневого маршруту визначається за визначеними показниками за розрахунковий період. Розрахункові складові моделі за сутності свого формування поділяються на дві категорії залежно від технологічних особливостей моделі. У даному випадку існують такі витрати що формуються незалежно від управлінських та логістичних рішень, принципи створення яких сформовано певними нормативними документами або договірними відносинами. Визначати економічний ефект за такими витратами видається неможливим, проте приймати до уваги результати моделювання не враховуючи їх не є коректним рішенням, зважаючи на технологічну специфіку кожної окремо взятої залізничної дільниці.

До таких витрат слід віднести :

- C_T експлуатаційні витрати при навантаженні за тонну, грн/ваг;
- f_{am} експлуатаційні витрати на утримання АРМ за годину з урахуванням фонду заробітної плати, грн/год;
- C_{zp} фонд заробітної праці працівників комерційного цеху та цеху руху, грн/год;
- C_T'' експлуатаційні витрати при вивантаженні за годину, грн/год;

Ключові витрати в даній техніко-економічній моделі - це витрати, які пов'язані з показниками експлуатаційної роботи і напряму залежать від технології та управлінських рішень. Такі витрати становлять основу економічного ефекту моделі формування ступеневих маршрутів.

Такими витратами слід вважати:

C'_x експлуатаційну питому вартість простою одного завантаженого вагону під очікуванням накопичення на маршрут, грн/ваг год;

- Z_T' питому вартість простою одного вагону вантажу під очікуванням накопичення на маршрут для відправника, грн/ваг год;
- C_m вартість локомотиво–години маневрової роботи, грн/год;
- C_{xm} експлуатаційну питому вартість простою ступеневого маршруту в очікуванні на станції вивантаження , грн/ год;
- Z_T питому вартість простою маршруту в очікуванні вивантаження для відправника, грн/год;
- f_{\log} витрати на підсилку порожнього рухомого складу згідно з ТР№ 4.

Сукупний економічний ефект визначається як сума річних економічних ефектів за розрахунковий період з обов'язковим урахуванням чинника часу (дисконтуванням або компаундуванням грошових потоків) за формулою :

$$\mathcal{E}_T = \sum_{t=1}^n \mathcal{E}_t \alpha_t = \sum_{t=1}^n (Z_m - Z_k) \alpha_t, \quad (4.10)$$

де \mathcal{E}_T - економічний ефект проекту за розрахунковий період;

Z_m - експлуатаційні витрати на формування відправок зернових вантажів з використання техніко-економічної моделі;

Z_k – експлуатаційні витрати вагонних відправок за класичним варіантом;

α_t - коефіцієнт приведення результатів і затрат до розрахункового року.

Визначення економічного ефекту проводиться за умови обов'язкового приведення вартісних оцінок і затрат різних років до єдиного для всіх варіантів реалізації проекту моменту часу - розрахункового року t_p .

Приведення економічного ефекту і затрат різних років періоду реалізації проекту до розрахункового року здійснюється множенням їхньої вартісної оцінки за кожний рік на коефіцієнт приведення α_t , що відповідає даному року.

Якщо економічний ефект і затрати різних років приводяться до першого

року життєвого циклу проекту, тобто визначаються в теперішній вартості грошей (дисконтування), то коефіцієнт приведення α_t визначається за формулою

$$\alpha_t = \frac{1}{[(1+E)(1+I+R)]^{t-t_p}} \quad (4.11)$$

де E – середня річна ставка комерційних банків за депозитними внесками (дисконтна ставка), в частках одиниці, 13 %;

R – ставка, що враховує ступінь ризику здійснення проекту, в частках одиниці, 3,5 %;

I – річний рівень інфляції, що прогнозується на період здійснення проекту, 7,4 %;

t_p – порядковий номер розрахункового року;

t_k – порядковий номер року, грошові потоки якого приводяться до розрахункового року.

$$\alpha_1 = \frac{1}{[(1+0,13)(1+0,098+0,034)]^{1-1}} = 1,0$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{[(1+0,13)(1+0,074+0,035)]^{2-1}} = 0,797$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{[(1+0,13)(1+0,098+0,034)]^{3-1}} = 0,636$$

$$\alpha_4 = \frac{1}{[(1+0,13)(1+0,098+0,034)]^{4-1}} = 0,508$$

$$\alpha_5 = \frac{1}{[(1+0,13)(1+0,098+0,034)]^{5-1}} = 0,405$$

Модель формування ступеневого маршруту не потребує відчутних капітальних вкладень, розрахунки можна проводити функціональними потужностями існуючих автоматизованих робочих місць. Додаткові поточні витрати в процесі експлуатації моделі не передбачено у зв'язку з виконанням

всіх операцій по формуванню ступеневого маршруту за колом своїх зобов'язань працівників комерційного та оперативного господарств. Окрема інженерська посада потрібна в комерційний відділ дирекції для прийняття, перевірки, оформлення заявок відправників та інформаційного забезпечення всіх учасників перевізного процесу.

Отже, до одноразових витрат відносимо введення в експлуатацію на робоче місце диспетчера інформативної складової моделі формування ступеневого маршруту, що, за експертними оцінками, становлять близько 15 тис. грн. Поточні витрати складатиме зарплатня інженера комерційного відділу яка на поточний розрахунковий рік становитиме близько 9000 грн щомісячно із ПДВ.

Розрахунок економічного ефекту на планові п'ять років у даному випадку слід розпочати із аналізу вантажної роботи дільниці та прогнозу оцінки на досліджуваний період.

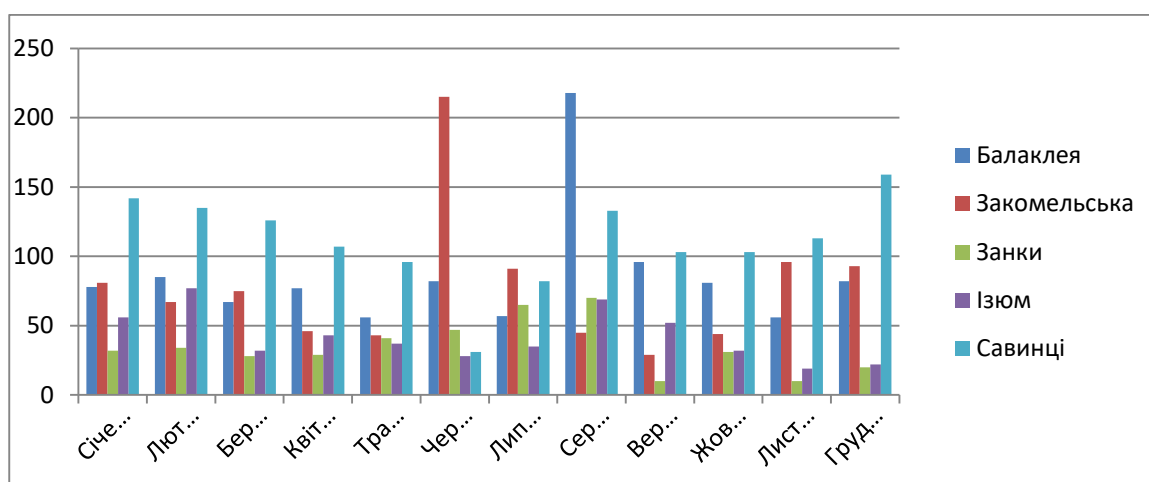


Рисунок 4.3 – Обсяги вантажної роботи дільниці із зерновими вантажами

Загальна кількість відвантажених вагонів за дослідний рік по дільниці складає 4209 вагонів, коефіцієнт нерівномірності навантаження за звітний період складає 0,2.

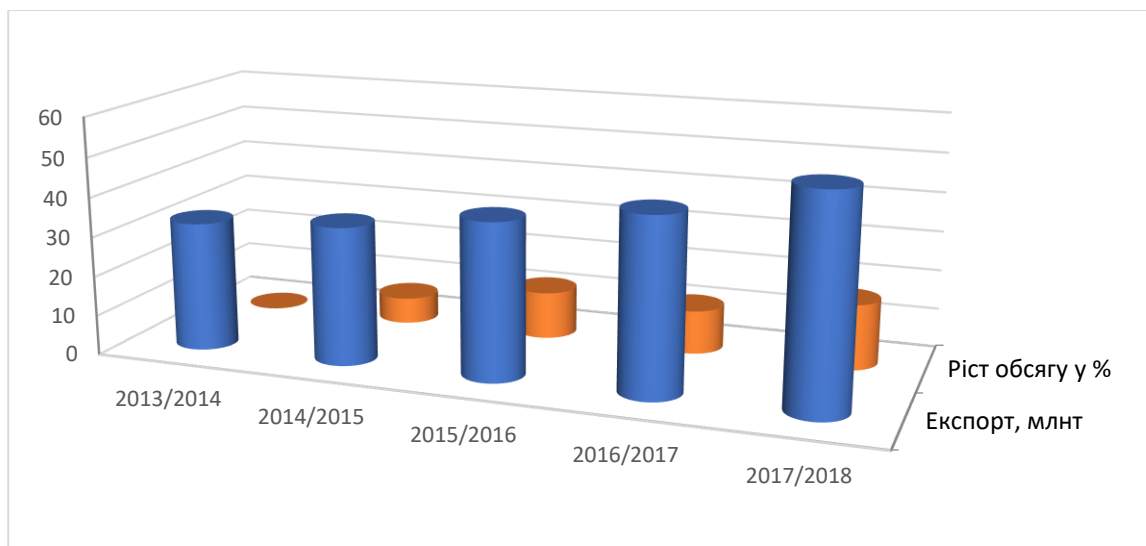


Рисунок 4.4 – Тенденція експорту зернових вантажів і відсотковий приріст

Зважаючи на технологічний та інноваційний розвиток в аграрному секторі припустимо що в наступні п'ять років збережеться позитивне зростання обсягів яке все ж таки матиме меншу тенденцію зважаючи на об'єктивні зовнішні фактори і становитиме 1,5 % щорічно.

Розглянемо повний життєвий цикл вагона у складі ступеневого маршруту починаючи від моменту його вивантаження в порту. Одним із найзначущих логістичних рішень у формуванні ступеневого маршрута в умовах дефіциту рухомого складу та локомотивної тяги є організація подачі вагонів під навантаження. Зважаючи на орієнтованість аграрного сектору до експорту переважної більшості зернових вантажів 99 % з яких транспортується через морські порти зерновоз має циклічний характер роботи. Отже і постановка виробничого завдання починається із підсилки порожніх вагонів зі станцій що примикають до морських портів, на дільницю навантаження.

Проаналізувавши повагонні відправки по Харківській дирекції залізничних перевезень, бачимо що середня швидкість руху вагона в порожньому та навантаженому стані складає приблизно 7,6 км/год. Середня

відстань від припортових станцій, що формують ступеневий маршрут, по дирекції становить близько 700 км. Зважаючи на вищесказане, припустимо, що середній час на підсилку одного вагона зернового під навантаження складає 92 год.

За таким принципом середній час на підсилку одного вагона в складі маршруту становитиме відношення середньозваженої дільничної швидкості до вже визначеної відстані. Проте підсилка порожніх вагонів на формування ступеневого маршруту може складатися з більш ніж однієї групи вагонів. У такому випадку час на формування повного складу маршруту має таку залежність [49]. Варіант такої залежності встановлено шляхом практичного аналізу експлуатаційних показників на Південній залізниці.

Таким чином середня швидкість руху вагона на підсилку у формуванні маршрута складатиме 11,2 км/год, а середній час складатиме 62,5 год. Економія часу між варіантами підсилки становить 29,5 год. Укрупнені загальні питомі витрати на одну вагоно-годину в русі з урахуванням усіх витрат (у русі та простої) складає в середньому по АТ «Укрзалізниця» 6,55 грн.

$$P_t = N_v \cdot t_{sp} \cdot C_1 \quad , \quad (4.12)$$

де N_v кількість потенційних вагонів на дільниці для відвантаження;

- t_{sp} різниця в часі на підсилку вагонів під навантаження ступеневого маршруту, год;
- C_1 укрупнені загальні питомі витрати на одну вагоно-годину в русі з урахуванням усіх витрат (у русі та простої), складає в середньому по АТ «Укрзалізниця» 6,55 грн.

Вартісна оцінка результатів за розрахунковий період з урахуванням зміни вартості грошей у часі визначається за формулою

$$P_T = \sum_{t=1}^n \Delta Z_{\kappa, m} \cdot \alpha_t \quad (4.13)$$

Таблиця 4.1 – Економія експлуатаційних питомих витрат на етапі підсилки вагонів під навантаження

Показники	Рік				
	2020	2021	2022	2023	2024
Запланований обсяг вагонів на дільниці	4400	4466	4533	4601	4670
Скорочення експлуатаційних витрат на підсилку вагонів під навантаження P_i грн	850190	862942	877226	889028	902360
Витрати на впровадження техніко-економічної моделі до АРМ і додатковий фонд заробітної плати з урахуванням індексації 1,2 %	22000	9217	9327	9439	9552
Коефіцієнт приведення до розрахункового року α	1,0	0,797	0,636	0,508	0,405
Економічний ефект	828190	853725	867899	879589	892808
Економічний ефект з урахуванням α	828190	680418	551983	446831	361587
Економічний ефект наростаючим підсумком	828190	1508608	2060591	2507422	2869009

Результати наведені в табл 4.1, враховують прогнозну оцінку ринку зернових вантажів, експлуатаційні витрати, враховуючи впровадження та витрати, пов'язані з ними.

4.4. Висновки до розділу 4

1. Ефективну діяльність вітчизняного залізничного транспорту неможливо уявити без сучасних інформаційних систем підтримки прийняття рішень (СППР) персоналом у підрозділах, що безпосередньо беруть участь у перевезеннях зернових перевезень. Для цього необхідно створити єдине інформаційне середовище, що має формуватись і використовуватись на базі сучасних методологічних підходів.

2. Запропонований підхід до вирішення завдання формування систем підтримки прийняття рішень з використанням когнітивних технологій у ланцюгах доставки вагонів-зерновозів залізницями сприяє підвищенню ефективності логістичних технологій за рахунок максимізації отриманого ефекту від прийнятих оперативних рішень. Для пошуку раціональної технології роботи логістичного ланцюга доставки зернових вантажів вперше використаний апарат нечіткої логіки. Запропонований метод оцінювання та відбору нечіткої інформації при формуванні СППР вперше для перевезень за участю залізниць враховує і оптимізує як сам процес створення експертної групи, так і формалізацію відбору інформації та формування функцій приналежності нечітких множин, що характеризують технологічні показники перевезень зернових вантажів.

3. Економічний ефект від запровадження інвестиційного проекту впровадження моделі формування ступеневого маршруту визначається за визначеними показниками за розрахунковий період. Розрахункові складові моделі за формуванням поділяються на дві категорії відносно залежно від технологічних особливостей моделі. Обов'язковими до врахування витратами є такі, що формуються незалежно від управлінських та логістичних рішень, і такі яких може зазнати вантажовідправник. Універсальність розрахунків полягає у врахуванні особливостей кожної окремо взятої залізничної дільниці, зважаючи на технологічну специфіку.

4. Економічний ефект із наростаючим підсумком базується на аналізі експлуатаційних показників роботи Харківської дирекції залізничних перевезень зокрема середньої швидкості руху вагона в порожньому та навантаженому стані з урахуванням середньої відстані від припортових станцій, що у свою чергу формує певну залежність формування порожніх вагонів під навантаження маршруту. Обчислення таких принципів базується на прогностичній оцінці навантаження по ділянці, відповідного скорочення експлуатаційних витрат та витрат на впровадження техніко-економічної моделі до АРМ із додатковим фондом заробітної плати з урахуванням індексації. Економічний ефект наростаючим підсумком на п'ятий рік впровадження становитиме 2869009 грн.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено наукове завдання організації та управління перевезеннями зернових вантажів залізничними ступеневими маршрутами в існуючих умовах значних коливань обсягів їх перевезень і нестачі рухомого складу. Це дозволило підвищити якісні та кількісні показники перевезення зернових вантажів, покращити здатність залізниць до конкуренції на транспортному ринку, врахувати сучасні вимоги всіх учасників перевезень зернових вантажів.

1. Проведений аналіз експлуатаційних показників перевезення зернових вантажів вагонами різних форм власності показує, що середня швидкість руху вагона-зерновоза при повагонних відправках становить близько 7,6 км/год, а швидкість руху вагона-зерновоза в маршруті складає 11,2 км/год. На обсяги відправлення зернових вантажів істотний вплив має сезонний чинник із значними коливаннями протягом року. Виявлено, що ці показники можуть бути покращені за рахунок впровадження системи раціонального розподілу вагонів під навантаження зернових вантажів і використання технології ступеневих маршрутів з місць навантаження.

2. Аналіз існуючої технології місцевої роботи залізниць і процесу розподілу рухомого складу в умовах його дефіциту, відсутності належної кількості тягового рухомого складу та наявності різних форм власності вагонів-зерновозів вказує на її певні недоліки. Запропоновано формалізувати процес управління перерозподілом рухомого складу у вигляді моделі з застосуванням методу динаміки середніх. Апробація запропонованої моделі дозволяє стверджувати, що використання розробленої моделі як задача ЄСУ ПВЗ призводить до зменшення обігу місцевого вагона-зерновоза, а про ефективність прийняття управлінського рішення щодо перерозподілу вагонів свідчить можливість скорочення часу планування приблизно у 3,5 разу за існуючої технології.

3. Існуюча технологія роботи диспетчерського локомотива на

залізничній дільниці в умовах скорочення загальних обсягів перевезення, відносно великих відстаней між об'єктами інфраструктури та відсутність стійких закономірностей у розподілі часу закінчення вантажних операцій із вагоном-зерновозом призводить до погіршення показників використання локомотивів і вагонів. Запропоновано створити базову технологію організації роботи місцевої роботи залізничної дільниці та диспетчерського локомотива на неї шляхом формування ступеневого маршруту зернових вантажів.

4. Формалізовано логістичну технологію залізничних перевезень зернових вантажів ступеневими маршрутами на полігоні на основі імітаційної моделі з використанням гібридних мереж Петрі з динамічними вагами дуг. Застосування розробленого підходу дозволяє скоротити час на формування партії порожніх зерновозів, оптимізувати час на проходження технологічних операцій на сортувальних і дільничних станціях, суттєво зменшити час виконання місцевої роботи. У подальшому здійснено оптимізацію процесу планування формування ступеневого маршруту зернових вантажів на полігоні на базі відповідної моделі шляхом урахування потреб усіх учасників перевізного процесу. Результатом впровадження є орієнтоване скорочення обігу вагона-зерновоза в середньому на 2,5 доби та, як наслідок, збільшення дільничної швидкості вагона. Отриманий результат моделювання для дослідного полігону показав, що оптимальною кількістю вагонів у маршруті з зерновими вантажами є близьким до 30, але тенденція до суттєвого зростання поточних витрат починається з 50 вагонів. Це дозволяє формувати маршрут з урахуванням оперативної ситуації та запровадити технологію з гнучким складом маршруту з зерновими вантажами. Здійснено моделювання технології формування ступеневого маршруту на дослідному полігоні, раціональним запропоновано вважати варіант маршруту у складі 45 ваг в умовах скорочення часу на формування маршруту на 12 год (18 %) порівняно з базовим варіантом.

5. Організаційна робота на дільниці потребує безпосередньої роботи з відправниками з урахуванням вимог існуючої технології забезпечення вагонами: згода елеватора на відвантаження - погодження з залізницею-

регіональною філією - погодження порту на вивантаження. Ефективність виконання цієї роботи дозволить отримати відповідний технологічний результат за рахунок впровадження СППР і формування єдиного інформаційного простору між оператором, відправником і власником рухомого складу шляхом створення АРМ ДНЦОВ при формуванні ступеневих маршрутів. Подальша інтеграція запропонованих завдань дозволила удосконалити АСК ВП УЗ Є на основі формування розподіленої СППР у вигляді ЄСУ ПВЗ для вирішення завдань управління при перевезенні зернових вантажів

6. Запропоновано оптимізаційну модель формування ступеневих маршрутів вантажів зернових вантажів на полігоні, яку удосконалено шляхом урахування потреб усіх учасників перевізного процесу: перевізника, власника інфраструктури, вантажовласника. Очікуваний результат отримано виходячи з планування обсягів перевезення зернових вантажів на ділянці з урахуванням коливання обсягів перевезень в аграрному секторі. Проведено оптимізаційне моделювання з метою економічного обґрунтування впровадження гнучкої технології на основі ступеневих маршрутів (з приведенням результату до першого розрахункового року). Сумарний економічний ефект, зважаючи на прогнозовану інфляцію, дисконтну ставку та капітальні інвестиції наростаючим підсумком, становить 2 869 000 грн. Період повернення одноразових витрат настане на перший рік експлуатації, коли величина сукупного економічного ефекту удосконаленої технології у вигляді додаткових задач АРМ ДНЦОВ стає додатною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ 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*. Вип. 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 ефективною 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. Бриксін 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. Костенніков 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. О कोरोков, 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 C.E. 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_zaloznichno_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. Мкртичян 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 napольного 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: ХарГАЗТ, 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.

Додаток А

Показники навантаження зернових вантажів з урахуванням обмеження на силу тяги на дослідній дільниці

Таблиця А.1 - Постанційний план відправлення зерна та продуктів помелу на листопад та грудень 2019 року з урахуванням можливих тягових потужностей Південна залізниця

Регіональна філія	Станція відправлення	Код станції	Листопад 2018			Грудень 2018		
			внутрішнє	експорт	Всього	внутрішнє	експорт	Всього
Південна	Всього, в тому числі		128,4	721,2	849,5	129,9	734,7	864,6
	БІЛОВОДИ	426409	5,01	15,41	20,41	5,07	16,25	21,32
	БІЛОПІЛЛЯ	444708		14,11	14,11		14,30	14,30
	ВЕСЕЛИЙ ПОДІЛ	427505	1,76	8,91	10,66	1,76	9,04	10,79
	ВЛАСІВКА	441803	7,09	7,22	14,30	7,22	7,28	14,50
	ГАДЯЧ ІМ. СЕРПЕНКА М.І.	427007	0,20	17,68	17,88	0,20	17,94	18,14
	ГАЛКА	428809	0,91	16,25	17,16	0,91	16,51	17,42
	ГАННІВКА	447104		23,73	23,73		24,12	24,12
	ГЛОБИНЕ	427609	9,23	13,13	22,36	9,36	13,33	22,69
	ЗОЛОЧІВ	432607	1,37	10,21	11,57	1,37	10,40	11,77
	ІЧНЯ	429200		28,21	28,21		28,60	28,60
	КАРЛІВКА	441409	5,59	16,58	22,17	5,72	16,84	22,56
	ЛАЗІРКИ	429500	7,87	40,63	48,49	8,00	41,21	49,21
	ЛИНОВИЦЯ	428508	13,78	10,99	24,77	13,98	11,18	25,16
	ЛИХАЧОВЕ	443300	1,63	18,53	20,15	1,69	18,85	20,54
	МИРГОРОД	447801	7,09	43,29	50,38	7,22	43,94	51,16
	НИЗИ	445700		29,51	29,51		29,97	29,97
	ПИРЯТИН	428404		13,59	13,59		13,78	13,78
	ПОЛТАВА-КИЇВСЬКА	448501	1,63	9,88	11,51	1,69	10,08	11,77
	ПРИЛУКИ	429002	0,78	58,50	59,28	0,85	59,41	60,26
	РЕШЕТИЛІВКА	448200	9,95	7,80	17,75	9,43	8,91	18,33
	РОМОДАН	427308	2,67	10,47	13,13	2,73	10,60	13,33
	СКОРОХОДОВЕ	449006	9,04	5,01	14,04	9,17	5,07	14,24
	СУЛА	426704	2,86	24,05	26,91	2,93	24,44	27,37
	ТОРОПИЛІВКА	445202	9,23	22,04	31,27	9,36	22,43	31,79
	ТРОСТЯНЕЦЬ-СМОРОДИНЕ	446008	4,55	15,08	19,63	4,62	15,67	20,28
	ЯРЕСЬКИ	448003		11,90	11,90		12,09	12,09

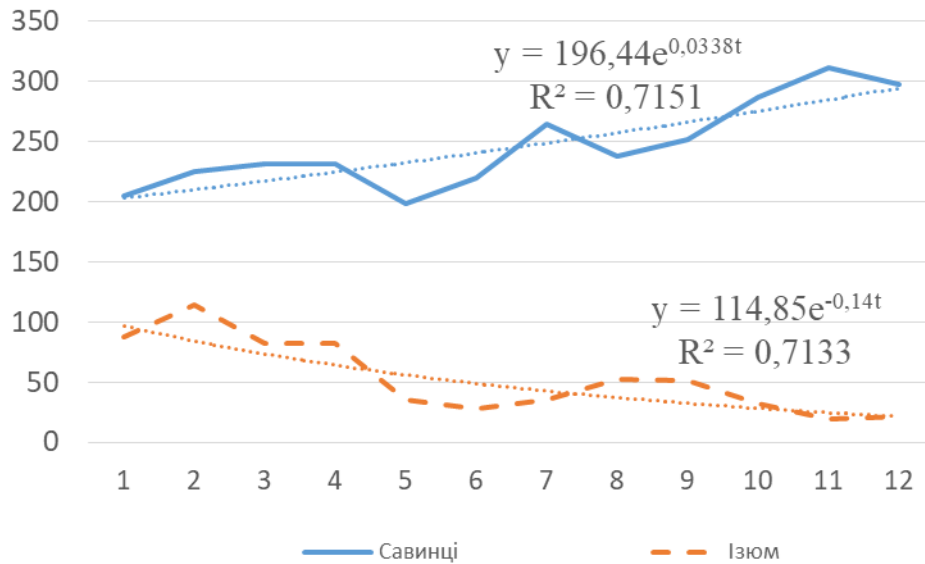


Рисунок А.1 – Кореляція навантаження на визначеній ділянці

Таблиця А.2 – Дані з навантаження по визначеній ділянці, ваг

	BC1	BC3	BC32	BC4	BC5	BC6
Червень	82	215	47	28	31	
Липень	57	91	65	35	82	
Серпень	218	45	70	69	133	
Вересень	96	29	10	52	103	
Жовтень	81	44	31	32	103	
Листопад	56	96	10	19	113	
Грудень	82	93	20	22	159	
	672	613	253	257	724	0,354972
	Балаклея	Закомель	Занки	Ізюм	Савинці	

Додаток Б

Приклад технічних засобів навантаження зернових вантажів без використання послуг елеватора



Рисунок Б.1 - Мобільний наземний перевантажувальний комплекс для зернових вантажів

Додаток В

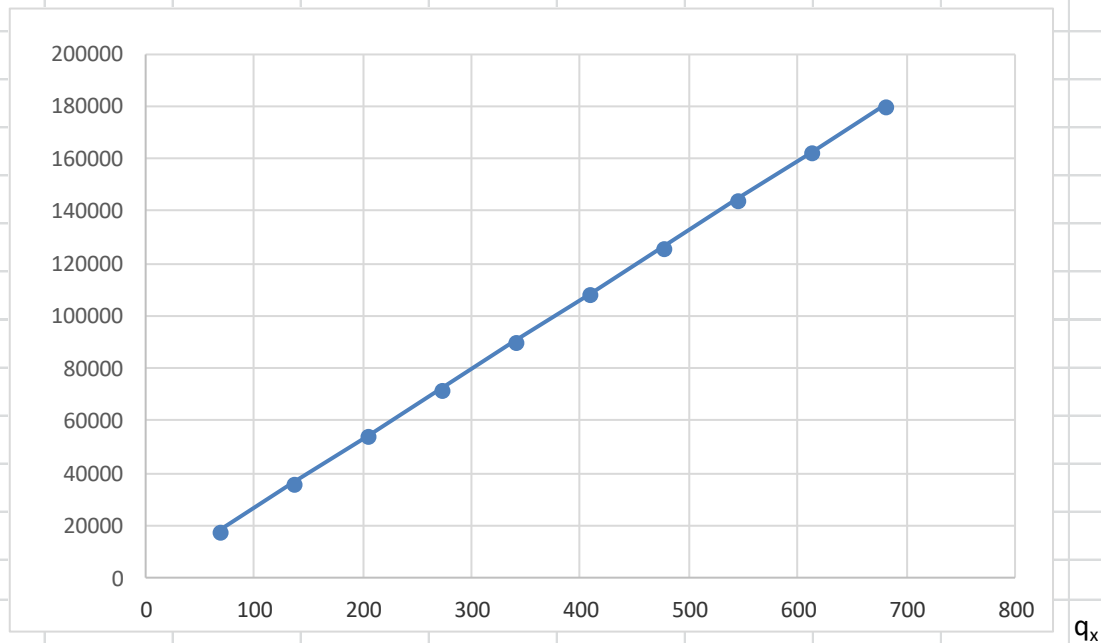
Навантаження зернових вантажів на дослідному полігоні за період із червня по грудень 2018 року (із вивантаженням у портах)

Станція навантаження	Місяць	Навантаження зернових вантажів	Інші станції призначення
Балаклея	Червень	82	-
	Липень	57	-
	Серпень	218	-
	Вересень	96	-
	Жовтень	81	-
	Листопад	56	-
	Грудень	82	-
	За звітний період	672	-
Закомельська	Червень	215	-
	Липень	91	-
	Серпень	45	-
	Вересень	29	-
	Жовтень	44	-
	Листопад	96	-
	Грудень	93	-
	За звітний період	623	-
Занки	Червень	47	-
	Липень	65	-
	Серпень	70	-
	Вересень	10	-
	Жовтень	31	-
	Листопад	10	-
	Грудень	20	-
	За звітний період	253	-
Ізюм	Червень	28	-
	Липень	35	-
	Серпень	69	-
	Вересень	52	-
	Жовтень	32	-
	Листопад	19	-
	Грудень	22	-
	За звітний період	253	-
Савинці	Червень	31	80
	Липень	82	45
	Серпень	133	7
	Вересень	103	-
	Жовтень	178	15
	Листопад	113	-
	Грудень	159	-
	За звітний період	799	147
Загальна кількість	-	2600	178

Додаток Г

Результати розрахунків за техніко-економічною моделлю ступеневого маршруту

m	5 шт		q	68	136	204	272	340	408	476	544	612	680
q _i	68 т		C	18025,11	36050,22	54075,33	72100,44	90125,55	108150,7	126175,8	144200,9	162226	180251,1
t _{qi}	34 год		C ₁	4,352	8,704	13,056	17,408	21,76	26,112	30,464	34,816	39,168	43,52
q _{st}	68 т/ваг		C ₂	8840	17680	26520	35360	44200	53040	61880	70720	79560	88400
C _x	0,09 грн/год		C ₃	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15	3,78	4,41	5,04	5,67	6,3
Z _T	0,038 грн/год		C ₄	1308,44	2616,88	3925,32	5233,76	6542,2	7850,64	9159,08	10467,52	11775,96	13084,4
C _T	8840 грн/год		C ₅	19,21739	38,43478	57,65217	76,86957	96,08696	115,3043	134,5217	153,7391	172,9565	192,1739
Q _E	68 т/год		C ₆	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15	3,78	4,41	5,04	5,67	6,3
f _{log}	0,48 грн		C ₇	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
f _{arm}	0,15 грн		C ₈	7850,64	15701,28	23551,92	31402,56	39253,2	47103,84	54954,48	62805,12	70655,76	78506,4
C _{lok}	594,7 грн/год												
C _{zp}	59,52 грн/год		C										
t _i	2 год												
C'' _T	65 грн/год												
Q _p	230 т/год												
q _x	т												
f _{log}	32,64 грн												
f _{arm}	0,15 грн												
t _{xi}	12 год												
C'' _x	0,09 грн/год												
Z _T	0,01 грн/год												
t _{ip}	12 год												



Додаток Д

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації

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 державного університету 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 ефективною 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, Харків). Харків: ЕКУЗТ, 2017. С. 206-208.*

15. Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті. *Методи скорочення обігу зернового вагона 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., Бутко 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, індустріальні 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.

Відомості про апробацію 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 (очна участь);

80-й, Міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті», м. Харків, 2018р., УкрДУЗТ (очна участь);

Міжнародній науково-практичній конференції «Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці», м. Харків, 2017 р., ХНАДУ (заочна участь);

Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті – ЕКУЗТ 2017», м. Харків, 17 – 19 травня 2017 р. (очна участь);

31-й Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті», м. Харків, 2018 р., УкрДУЗТ (очна участь);

Міжнародній науково-практичній Internet-конференції «Моделювання та інформаційні технології в науці, техніці та освіті», м. Харків, 21-22 листопада 2018 р., ХНАДУ (заочна участь);

науково-практичної конференції Комп'ютерні технології і мехатроніка, 21-22 листопада 2018 р., Харків, ХНАДУ (заочна участь);

15-й науково-практичній конференції «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика», м. Харків, 6-8 червня 2019 р., УкрДУЗТ (очна участь).

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.

Додаток Е

Акти впровадження результатів дисертації

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший заступник директора регіональної філії «Південна залізниця»



20 19 р.

АКТ

м. Харків

Про впровадження розробки, що виконано аспірантом Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ) Арсененко Д.В. з удосконалення логістичного управління транспортуванням та переробкою зернових вантажів залізничним транспортом на полігоні регіональної філії Південна залізниця АТ Укрзалізниця.

повне найменування підприємства, де впроваджено розробку та його відомча підлеглість

У період з « 01 » березня 2018 р. по « 08 » лютого 2019 р. проведено роботу з визначення ефективності впровадження результатів наукової розробки з удосконалення технології логістичного управління транспортуванням та переробкою зернових вантажів залізничним транспортом, що формується на полігоні регіональної філії Південна залізниця.
Встановлено наступне:

1. Розробку виконано відповідно до пріоритетних напрямів розвитку транспортної галузі в умовах реструктуризації галузі, та рекомендовано до впровадження.
2. Характеристика впровадження:

На підставі попереднього аналізу показників експлуатаційної роботи регіональної філії Південна залізниця рекомендовано до впровадження удосконалену технологію логістичного управління транспортуванням та переробкою зернових вантажів залізничним транспортом. Зазначені впровадження підвищують ефективність показників місцевої вантажної роботи та ефективність експлуатаційних показників роботи маневрового диспетчерського локомотива.

3. Характеристика результатів та їх оцінка. Участь УкрДУЗТ.

Методологічне забезпечення розроблено аспірантом УкрДУЗТ Арсененко Д.В. під керівництвом д.т.н., професора Ломотко Д.В. У період « 01 » березня 2018 р. по « 08 » лютого 2019 р. здійснено попередні оцінки роботи, які свідчать про ефективність запропонованої технології логістичного управління транспортуванням та переробкою зернових вантажів залізничним транспортом.

- 4 Ефект, що отримано від впровадження розробки

Встановлено можливість покращення забезпечення повного кола вантажівідправників зерновозами та можливість підвищити якість організації роботи маневрового локомотива. За рахунок впровадження техніко-економічної моделі прогнозується збільшення перевезення обсягів зернових вантажів на 2,5% від обсягів на дільниці, очікуване скорочення експлуатаційних витрат на формування відправки зернових складе на 32%, експлуатаційні показники використання диспетчерського локомотива може бути покращено на 15%.

- 5 Висновки та пропозиції про подальше використання розробки

Рекомендувати поширити сферу застосування запропонованого логістичного управління транспортуванням та переробкою зернових вантажів залізничним транспортом на інших підприємствах, що підпорядковані Міністерству інфраструктури України.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Перший проректор Українського
державного університету залізничного
транспорту



В.М. Астахов

11 2019р.

АКТ

Про впровадження результатів дисертаційної роботи Арсененко Данила Володимировича з питань удосконалення логістичного управління транспортуванням та переробкою зернових вантажів залізничним транспортом у навчальний процес студентів денної та заочної форми навчання факультету УПП Українського державного університету залізничного транспорту.

Основні результати дисертації Арсененко Д.В., що використовуються у навчальному процесі Українського державного університету залізничного транспорту під час викладання дисциплін «Логістика» та «Транспортно-вантажні системи»:

- вирішення задачі формування ступінчастих маршрутів з використанням елементів логістики в умовах реформування галузі;
- модель організації роботи диспетчерського локомотива та його взаємодія із транспортно-вантажними системами відправників на дільниці;
- технологія створення ступінчастих маршрутів із зерновими вантажами з урахуванням особливостей витрат та вимог відправника;
- принципи впровадження логістичного підходу організації роботи пункту концентрації вантажної роботи із зерновими вантажами;
- робота інформаційно-керуючої системи для організації ступінчастих маршрутів зернових вантажів.

Дані розробки рекомендовано до використання при проведенні занять у групах кадрового резерву керівного складу залізничних станцій та дирекцій залізничних перевезень, а також при виконанні випускних робіт спеціалістів та магістрів залізничного транспорту.

Декан факультету
УПП УкрДУЗТ, к.т.н. доцент

Д.І.Мкртчян