

УДК 656.225:629.21

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМИ СТУПІНЧАСТИМИ МАРШРУТАМИ

Асп. Д. В. Арсененко

METHODS OF INFRASTRUCTURE MANAGEMENT FOR OPTIMIZATION OF GRAIN TRANSPORT ORGANIZATION.

Postgraduate student D. V. Arsenenko

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.184.2019.176419>

Розроблено модель та визначено основні принципи у формуванні відправок та організації руху зернових вантажів. Проаналізовано основні тенденції в розвитку ринку зернових вантажів та виявлено ключові фактори ринку, що дають змогу мати короткостроковий прогноз щодо тенденції перевезення. Запропоновано модель формування ступінчастого маршруту з урахуванням особливостей роботи тягового апарату дільниці та принцип розподілення рухомого складу в умовах реформування галузі.

Ключові слова: логістична модель, розподіл рухомого складу, формування відправки, оператор інфраструктури.

The analysis of the railway freight sector in recent years has set a clear trend towards the development of the oil and grain goods transportation. The growth dynamics in the agrarian sector is positive with a growing sum due to the technological development of the industry and the demand for the world market. Taking into account the geographical, normative and legal component of the agricultural transport sector, the railway becomes a key player in this direction. Paying attention to it and to the particular features of grain and oil cargo exports, the industry must meet modern criteria of service and service quality. Due to lack of locomotive traction, lack of a proper investment market, there is a problem of introducing relevant innovations in the formation of the grain cargoes exports logistics. For the last freight year, the price of domestic corn on the world market, according to the expert estimates, was 18 % lower than the world average.

Separately, there is a question of forming the wagon shipments of this group of goods. The analysis of the loading capacity of the eastern Ukrainian stations by grain goods at the end of 2018 clearly demonstrates the railways inability to provide the transportation demand for the whole number of shippers with small and medium cargo volumes. This situation creates accumulating and freezing of funds, that makes it impossible to develop the entire business sector and gives a negative assessment of the industry as a whole in the conditions of its investment necessity.

The model is developed and the basic principles of forming the stage routes and organizing the movement of grain cargoes are defined. The main trends of the grain cargoes market development are analyzed and key market factors that allow to have a short-term forecast on the transportation tendency are revealed. The model of forming the stage route with the peculiarities of the traction apparatus work of the division and the principle of rolling stock distribution in terms of industry restructuring are proposed.

Keywords: logistic model, distribution of rolling stock, formation of shipment, infrastructure operator, optimal consignment.

Вступ. Останні тенденції в розвитку ринку зернових та олійних вантажів є найбільш прогресуючими й визначальними в розвитку економіки країни. Широкий спектр надання логістичних та організаційних послуг з усього кола питань, пов'язаних із експортом вищевказаних вантажів, зобов'язує перевізника організувати оптимальні умови перевезення із отриманням найбільш ефективних якісних показників.

Постановка задач у загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Ключовим завданням є забезпечення перевізника якісною послугою залізничного транспорту згідно з вимогами Закону України «Про залізничний транспорт» [1], створення умов для підтримання інвестиційної програми та формування плацдарму інвестиційної складової. Ускладнює забезпечення надання якісних послуг залізниці дефіцит зерновозів на фоні збільшення обсягів вантажу за рахунок розвитку сільськогосподарської галузі в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зважаючи на постановку задачі в контексті реформування галузі, слід розглянути питання транспортно-експедиційного обслуговування [2] зернових вантажів та розуміння терміну

«перевізник» [1, 3], питання формування принципів організації роботи вагонів різних форм власності та їх розподілення на ринкових принципах [4]. Перевезення зернових та олійних вантажів має в собі цілу низку питань щодо взаємодії із переробними підприємствами, з іншими видами транспорту, інтеграцію в міжнародну транспортну мережу та використання інформаційних технологій в організації процесу перевезень.

Визначення мети та задачі дослідження. Створення моделі формування відправок зернових вантажів на принципах ресурсозбереження:

- скорочення порожнього пробігу та швидкості доставки вантажу в порт;
- утворення єдиного інформаційного поля для всіх учасників перевезення;
- формування умов для недискримінаційного доступу до рухомого складу, засобів та місць навантаження;
- підтримка аграрного сектора в темпах зростання обсягів експортування вантажів сільськогосподарського походження.

Тенденція розвитку обсягів перевезення зернових вантажів за останні роки має позитивну динаміку і повинна мати коректне відображення в рішеннях оператора інфраструктури (рис. 1).

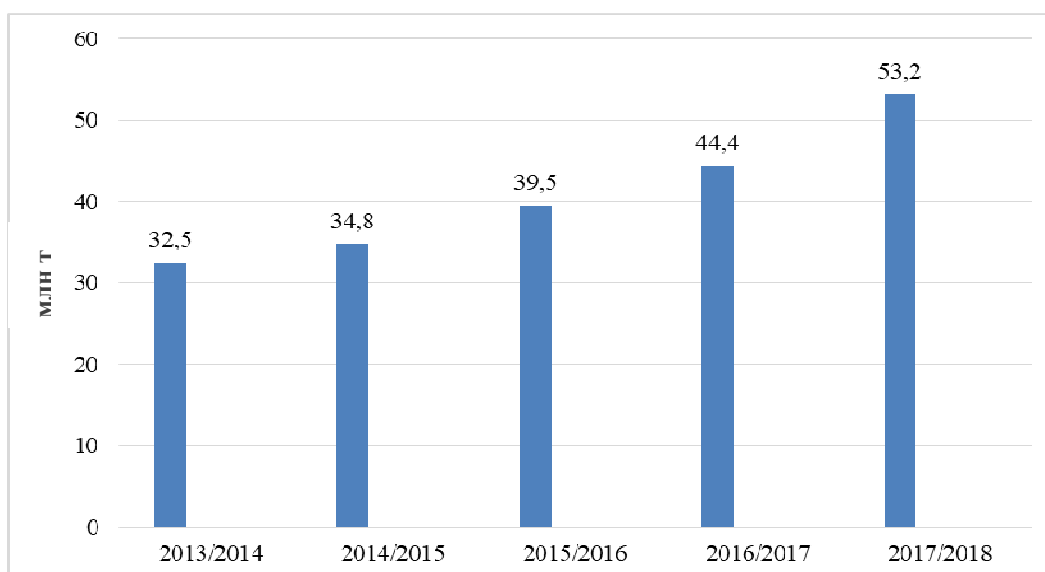


Рис. 1. Динаміка обсягів перевезення зернових вантажів залізничним транспортом

Структура ринку перевезення з об'єктивних причин має сезонні коливання і в пікові етапи оператор інфраструктури не в змозі на належному рівні виконати вимоги заявника щодо забезпечення його рухомим складом. Термін експлуатації близько третини вагонів зерновозів добігає свого терміну, а, зважаючи на ситуацію в цілому, залучення великих інвестицій потребує певного часу.

На сьогоднішній день підприємства-переробники зернових вантажів (елеватори) не у повному обсязі відповідають вимогам сьогодення щодо якості надання послуг та економічної складової [5]. Саме тому ми маємо тенденцію створення нових відправних точок зернових вантажів на об'єктах інфраструктури, що у свою чергу в подальшому залучить до перевезення ще більше експедиторів та власників рухомого складу.

Зважаючи на вищесказане, першочерговим завданням є створення нової моделі відносин між учасниками перевезень на базі моделі формування відправок зернових вантажів.

Основна частина дослідження. На сьогоднішній день одним із ключових факторів, що впливає на динаміку розвитку вітчизняної економіки, є перевезення зернових вантажів. Пункти вантажоутворення цього сегмента розташовані майже на всій території країни, що надає поставленому питанню особливої актуальності. Особливістю ринку перевезень зернових вантажів є залежність від багатьох зовнішніх факторів. Оператор інфраструктури, враховуючи динаміку розвитку галузі перевезень, повинен реагувати на ці зміни в режимі он-лайн (рис. 2). В результаті процес перевезення зернових вантажів набуває певних недоліків, пов'язаних із простим рухомим складом як у порожньому, так і в навантаженому стані, що призводить до збільшення експлуатаційних витрат.

Розглянемо ситуацію із навантаженням зернових вантажів у період із червня по грудень 2017 року на

конкретній дільниці Харківської дирекції залізничних перевезень (рис. 3).

Аналіз помісячного навантаження зернових вантажів по дільниці за досліджуваний період має рівномірний характер із коефіцієнтом нерівномірності на рівні 0,2 (рис. 4). Виняток становить період із серпня по вересень, що обумовлено збиранням урожаю 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. Ця номенклатура вантажів є невід'ємною складовою у формуванні глобальних економічних закономірностей, тому, окрім сезонних коливань, пов'язаних із об'єктивними природними факторами, слід враховувати зовнішні фактори, договірні зобов'язання трейдера та експортера, курси коливання валют тощо.

Ключовими аспектами при формуванні маршруту є виконання умов, за рахунок реалізації яких може існувати такий варіант перевезення, а саме:

- скорочення експлуатаційних витрат оператора інфраструктури в процесі перевезення за рахунок проходження технічних та 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 технологічну карту маршрутно-відправки зернових вантажів, наведену на рис. 5.



Рис 2. Учасники перевізного процесу з погляду їхніх прав та зобов'язань у результаті реформування галузі

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

Зупинимось на двох основних варіантах формування маршрутної відправки:

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

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

Технологія формування 1-го варіанта має бути пов'язана із роботою дільничного локомотива [6]. Ураховуючи тенденції реформування галузі, на маневровому локомотиві повинні бути складач поїздів та

комерційний агент, що дасть змогу приймати вантаж до перевезення як у технічному, так і в комерційному складі. Створення перевізного документа та інші інформаційні операції з вагоном виконують працівники товарної контори. Колійний розвиток станцій вантажоутворення за потреби дає змогу накопичувати маршрут, що дає додаткові варіанти оптимально організувати роботу станційного та дільничного локомотива.

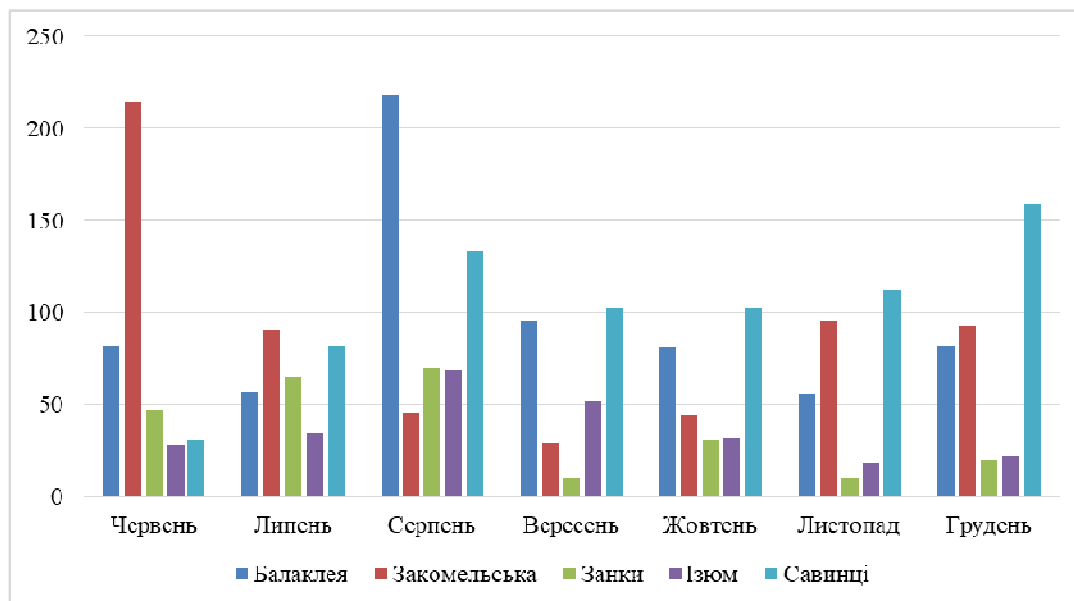


Рис 3. Навантаження зернових вантажів за звітний період по станціях

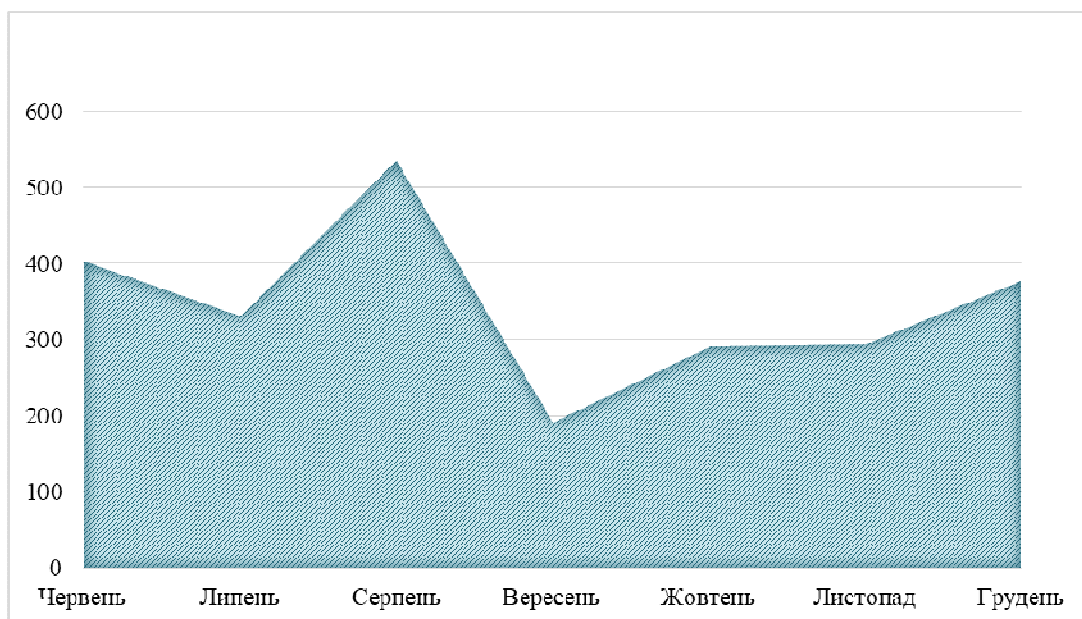


Рис. 4. Навантаження зернових вантажів за звітний період помісячно

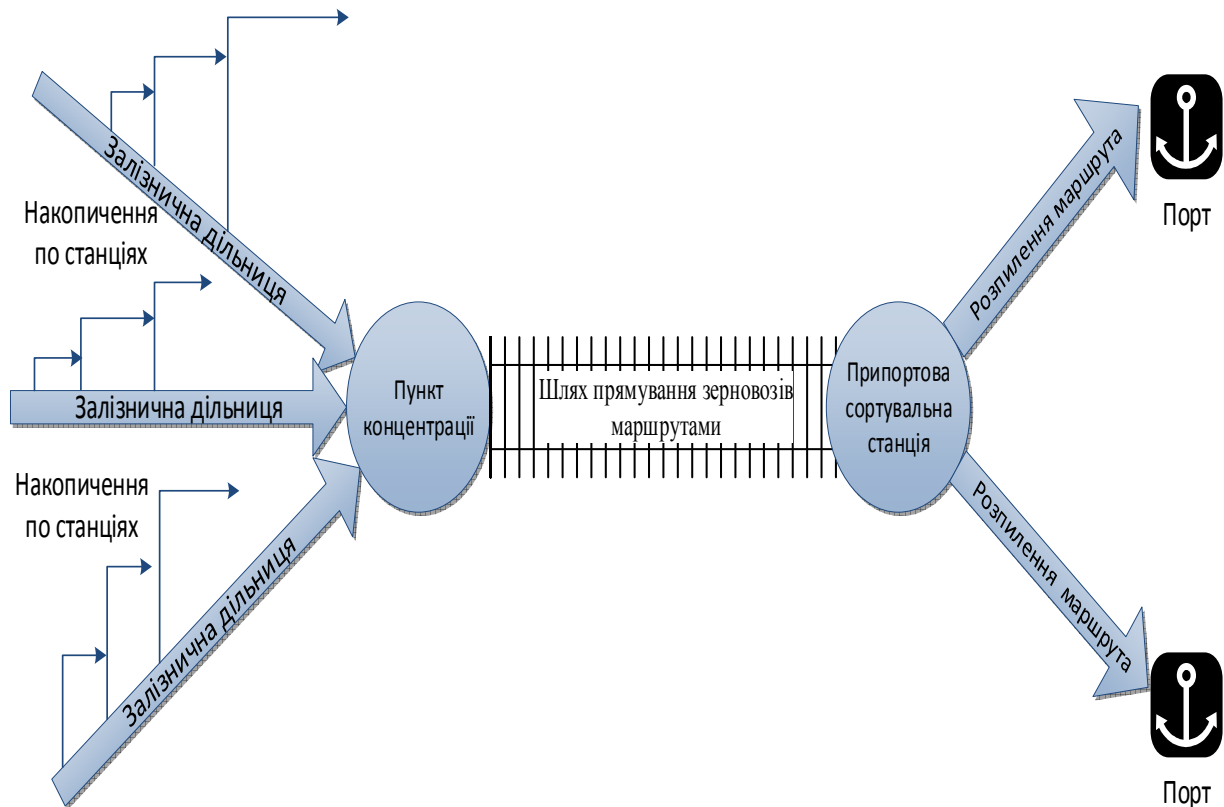


Рис. 5. Схема формування маршруту із зерновозів на пункті концентрації вантажної роботи із подальшим розпиленням до портів

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 ;
- термін часу 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 із накопиченням. Ключовими питаннями при побудові такої моделі буде визначення оптимальної кількості вагонів у маршруті, враховуючи сезонні коливання цього сегмента, визначення необхідної кількості заявок на перевезення по цій дільниці та створення безпосередньо цільової функції експлуатаційних витрат.

Витрати при формуванні маршрутної відправки складаються із нижченаведених компонентів.

Загальні витрати при накопиченні маршруту

$$C_1 = (C'_x + Z'_T) \cdot t_{qi}, \quad (1)$$

де m – кількість станцій на дільниці;

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 вагона вантажу під очікуванням накопичення на маршрут, грн/ваг.год;

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

Експлуатаційні витрати при навантаженні

$$C_2 = \frac{q_x}{Q_c} \cdot C'_x + C_T, \quad (2)$$

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

Q_c – переробна спроможність фронтів станції, т/год;

q_x – розмір партії вантажу у маршруті, т.

Витрати на логістичну та інформаційну складову при формуванні маршруту

$$C_3 = \frac{f_{arm} \cdot t_{qi} \cdot q_{st}}{q_x}, \quad (3)$$

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

Експлуатаційні витрати при формуванні маршруту із доставкою на опорну станцію

$$C_4 = \frac{\sum_{i=1}^m (C_m + C_{zp}) \cdot t_i}{q_x} \cdot q_{st}, \quad (4)$$

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 i -й станції дільниці, год.

Експлуатаційні витрати при вивантаженні

$$C_5 = \frac{C''_T \cdot q_x}{Q_p}, \quad (5)$$

де C''_T – експлуатаційні витрати при вивантаженні за годину, грн/год;

Q_p – можлива переробна спроможність порту, т/год.

Логістичні витрати на раціональний розподіл порожнього рухомого складу для формування маршруту (згідно з тарифною схемою № 14.2 ТР № 1 [7]). Ураховуючи залежність витрат від багатьох зовнішніх факторів, у розрахунках використано результат апроксимації тарифної схеми у вигляді степеневі функції

$$C_6 = n^{1/n} \cdot f_{log}, \quad (6)$$

де f_{log} – витрати на підсилку групи порожнього рухомого складу згідно з ТР № 4, грн. Так, тенденція формування витрат на підсилку становить при $n=5$ – 494 грн, при $n=4$ – 482 грн, при $n=3$ – 473 грн;

n – кількість груп порожніх вагонів, з яких формується маршрут з урахуванням логістики підсилки порожнього рухомого складу. Величина цього показника встановлена шляхом аналізу роботи декількох дільниць Харківської дирекції залізничних перевезень.

Витрати на зберігання вантажу в очікуванні вивантаження в порту

$$C_7 = \left(\frac{C_{xm} + Z_T}{q_x} \right) \cdot t_x \cdot q_{st}, \quad (7)$$

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, урахувавши особливості відправки:

$$C_8 = \frac{(C_m + C_{zp}) \cdot t_{mv}}{q_x} \cdot q_{st}, \quad (8)$$

де t_{mv} – загальний час роботи маневрового локомотива на станції вивантаження.

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

$$C = \sum_{i=1}^8 C_i \Rightarrow \min. \quad (9)$$

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

$$C(q) = \sum_{i=1}^8 c_i = (C_x + Z_T) \cdot t_{qt} + \frac{q_x}{Q_c} \cdot C_x + C_T + \frac{f_{arm} \cdot t_{qt} \cdot q_{st}}{q_x} + \frac{\sum_{l=1}^m (C_m + C_{zp}) \cdot t_l}{q_x} \cdot q_{st} + \frac{C_T' \cdot q_x}{Q_P} + n^{1/n} \cdot f_{log} + \left(\frac{C_{xm} + Z_T}{q_x} \right) \cdot t_x \cdot q_{st} + \frac{(C_m + C_{zp}) \cdot t_{mv}}{q_x} \cdot q_{st} \Rightarrow \min \quad (10)$$

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

Графічне відображення поверхні відгуку моделі (10) процесу формування ступінчастого маршруту на умовній ділянці наведено на рис. 6.

Ураховуючи всі вищенаведені складові та принципи формування маршруту, маємо графічне відображення цільової функції, яке зображено на рис. 7. Зважаючи на графічний результат, оптимальна кількість вагонів у маршруті становить близько 30, а тенденція до зростання портових витрат починається з 50. Така ситуація дає змогу формувати маршрут з урахуванням оперативної

ситуації та враховувати технологічні обмеження конкретної відправки.

Висновки. Запропонований підхід до формування ступінчастих 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 зможе наочно демонструвати значення результату впровадження логістичних рішень у перевезення зернових вантажів

протягом усього перевезення. Організацію перевезення зернових вантажів залізничними ступінчастими маршрутами вперше запропоновано удосконалити за рахунок використання сучасної технологіко-економічної моделі. 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 витрат за рахунок скорочення простою під вантажними операціями, терміну доставки вантажу. Подальше використання цього підходу полягає у його впровадженні до інформаційно-керуючих систем.

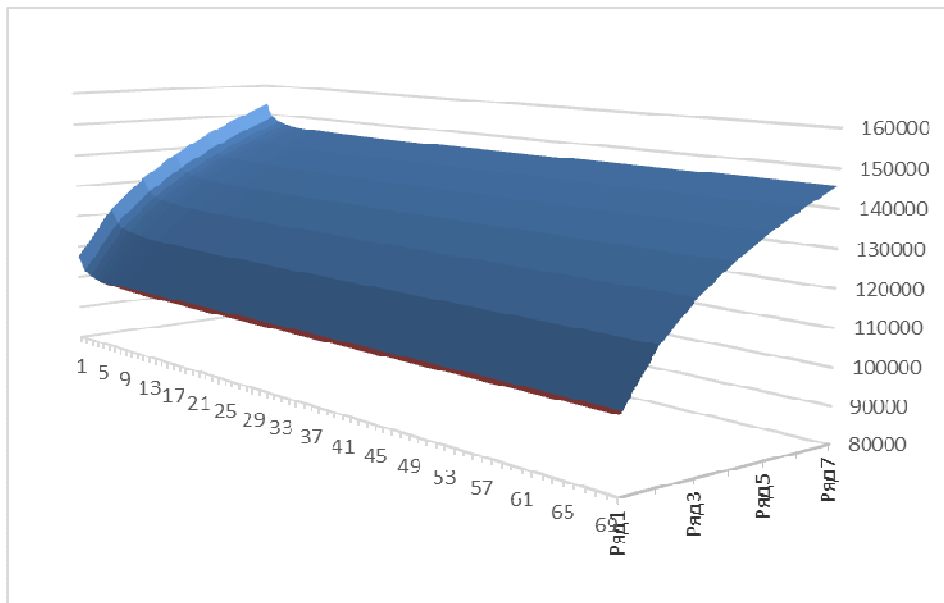


Рис. 6. Двовимірне відображення залежності кількості вагонів у маршруті до вартості їх перевезення

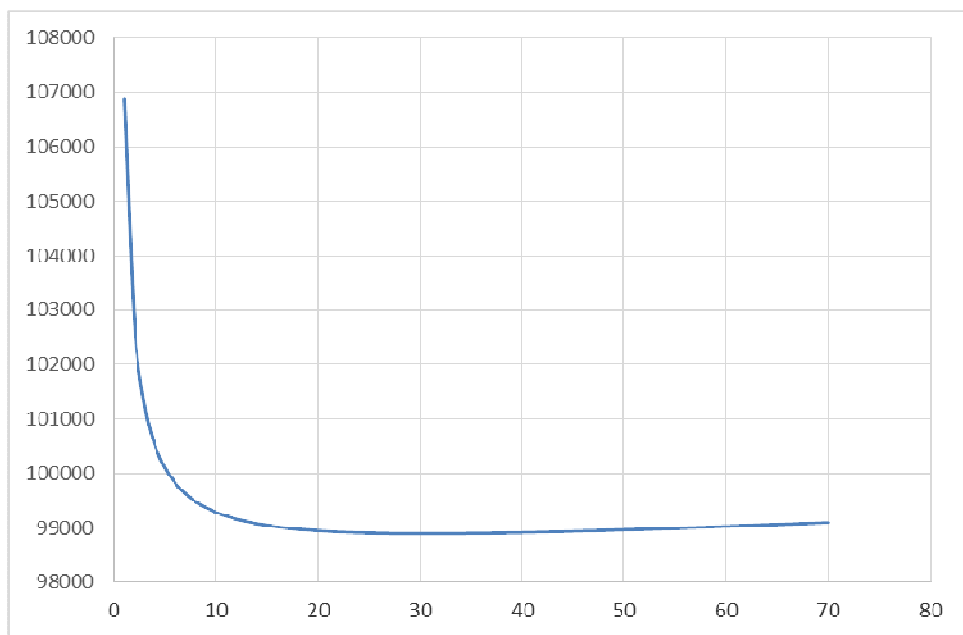


Рис.7. Пошук раціонального складу ступінчастого залізничного маршруту

Список використаних джерел

1. Про залізничний транспорт: Закон України введ. в дію Постановою Верховної Ради України 04.07.1996 р. за № 273/96 (із змінами та доповн.). URL: <http://zakon3.rada.gov.ua> (дата звернення: 06.01.2018).
2. Ломотько Д. В. Розробка технології формування гнучкої системи транспортно-експлуатаційного обслуговування залізницями. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2004. Вип 57. С. 52–57.
3. Про затвердження Статуту залізниць України. Постанова Кабінету Міністрів України; Статут від 06.04.1998 № 457 (із змінами та доповненнями станом на 03.12.2015р.). URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/card> (дата звернення: 18.01.2018).
4. Danny Schipper, Lasse Gerrits, Differences and similarities in European railway disruption management practices. *Journal of Rail Transport Planning & Management*. 2016. pp. 42–55. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2017.12.003>. (last access: 05.07.2018).
5. Ricardo García Ródenas, José Carlos García García, María Luz López García, Commercial actions management for railway companies. *Transportation Research Procedia*. 2017. P. 1250–1255. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.152>. (last access: 06.06.2018).
6. Ломотько Д. В. Розробка моделі функціонування пункту концентрації комерційної роботи в умовах реструктуризації залізничного транспорту. *Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2013. Вип. 142. С. 19–23.
7. 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>. (дата звернення: 18.11.2018).

Арсененко Данило Володимирович, аспірант кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050) 155-26-74. E-mail: arsenenkodanil@gmail.com.

Arsenko Daniil Vladimirovich, postgraduate student, Department of Transport Systems and Logistics, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel: (050) 155-26-74. E-mail: arsenenkodanil@gmail.com.

Статтю прийнято 19.03.2019 р.