

УДК 656.225

**РОЗРОБКА МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ СТУПІНЧАСТИХ МАРШРУТІВ  
ІЗ ЗЕРНОВИМИ ВАНТАЖАМИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ**

Канд. техн. наук Г. С. Бауліна, Г. Є. Богомазова, магістрант В. С. Мішков

**DEVELOPMENT OF THE MODEL FOR THE STAINING GRAIN LOADS AT THE  
RAILWAYS OF UKRAINE**

PhD (Tech.) H. Baulina, master V. Mishkov

---

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.187.2019.196337>

---

*У статті проаналізовано сучасний стан організації перевезення зернових вантажів та розглянуто основні тенденції в розвитку ринку зерна. Встановлено ключові фактори, які впливають на збільшення обороту вагонів-зерновозів і зменшення їх продуктивності. Розроблено стохастичну модель формування ступінчастих маршрутів із зерновими вантажами, що враховує ймовірнісний характер тривалості простою вагонів на станції*

формування її дає змогу визначити оптимальну кількість вагонів у маршрутній відправці. Використання запропонованої моделі дасть змогу зменшити непродуктивні простой вагонів та виключити переробку на шляху прямування.

**Ключові слова:** залізничний транспорт, зернові вантажі, ступінчастий маршрут, оборот вагона, маршрутна відправка.

*The article analyzes the organization and technology of work of JSC "Ukrzaliznytsya" with grain cargo. The grain industry serves as the basis and source of sustainable development of the country's agricultural sector and the basis of Ukraine's agricultural exports. Therefore, the urgent issue for Ukraine is the development of the railway transport system to achieve the necessary throughput capacity for the transportation of grain cargo at minimal cost. The main trends in the development of the grain cargo market are considered and the key factors affecting the increase in the turnover of grain wagons and the decrease in their productivity are identified. Depreciation of grain-carrying cars of JSC "Ukrzaliznytsya" is more than 97.8 %, which leads to their deficit during peak periods of transportation, an increase in the turnover of cars and a decrease in their productivity. There are also problems with the lack of traction rolling stock, which does not fully meet the needs of the industry in transport services and leads to significant delays in the delivery of goods.*

*Today, JSC "Ukrzaliznytsya" transports grain cargoes in two ways - by wagon consignments and routes. JSC "Ukrzaliznytsya" distributes the wagons not involved in route transportation in small batches between stations where they are loaded with grain. This method of transporting grain takes much longer, transportation costs the customer more expensive, while increasing the turnover of cars and increasing the shortage of cars and locomotives. Route dispatch of grain stipulates that the entire route lot of 54 wagons is immediately sent to one elevator for loading and then immediately arrives at a specific port without delays along the route for re-composition. But not all existing elevators are route and are able to load 54 wagons during the day. For such elevators, it is necessary to use a different technology, that is, they must be able to form a route (stepped) with other elevators that will go to the destination port. The formation of stepped routes will optimize rail transportation of grain and reduce the risk of losses for untimely delivery of goods. Based on the research, formalized technology for the formation of stepped routes in the form of an optimization model, the target function of which is presented as the sum of the reduced costs of technological operations. The model allows you to determine the optimal number of cars in the route dispatch when the corresponding system of restrictions. Using the proposed model will reduce the unproductive downtime of cars and eliminate processing along the route, taking into account the delivery time and technical capacity of the stations.*

**Keywords:** railway transport, grain cargo, stepped route, wagon turnover, route dispatch.

**Вступ.** Розвиток економіки України залежить від спроможності підприємств конкурувати на світовому ринку. Одним із стратегічних продуктів, що пропонує сьогодні економіка України, є зерно. Зернова галузь служить базою та джерелом стійкого розвитку аграрного сектора країни та основою аграрного експорту України. Тому актуальним питанням для України є розвиток залізничної транспортної системи по досягненню нею необхідної пропускної

спроможності для перевезень зернових вантажів при мінімальних витратах. Сучасні умови розвитку зобов'язують перевізника організувати оптимальні умови перевезення із отриманням найбільш ефективних якісних показників.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Організація та перспективи розвитку перевезень зернових вантажів залізничним транспортом України розглядалися у роботах [1, 2]. Було

доведено неефективність існуючої системи перевезень, що передбачає в основному повагонні відправки. Розглянуто шляхи зниження обороту вагонів-зерновозів, що можливі за рахунок удосконалення підходів в організації залізничних перевезень з використанням математичного апарату і сучасних інформаційних технологій.

У дослідженні [3] було розроблено модель та визначено основні принципи у формуванні відправок та організації руху зернових вантажів. Логістичні підходи до оцінки ефективності логістичних схем доставки експортного зерна розглядалися в дослідженні [4].

У роботі [5] було запропоновано створення експортно-орієнтованої мережі елеваторів в Україні. На основі агломеративного алгоритму кластерного аналізу на мережі залізниць України виділені вузлові станції та сформовані райони можливої концентрації навантаження зерна для маршрутних відправок.

Перевезенню зернових вантажів за допомогою контейнерних вагонів на міжнародному ринку збуту присвячено роботу [6]. У ній розглянуто та запропоновано математичну модель з можливістю доставки зерна від елеваторів до станції формування маршрутних відправок за допомогою автомобільного транспорту. У роботі [7] запропоновано оптимізацію перевезення зернових вантажів на основі підходу консолідації перевезень за допомогою системи підтримки прийняття рішень.

Автори статті [8] дослідили ланцюг поставок продовольчого зерна в Індії. Розроблена модель змішаного цілочислового нелінійного програмування дасть змогу забезпечити мінімальні витрати на вантажні операції, транспортування, експлуатаційні витрати на доставку зернових вантажів з кластерів закупівельних центрів виробництв на споживчі державні склади.

В умовах стрімкого зростання експорту зернових та технічного стану

залізничної галузі у дослідженні [9] запропоновано використання альтернативного рухомого складу – критого вагона з використанням щитів дверних металевих, які забезпечать завантаження вагона без обмежень по висоті навантаження в міждверному просторі та повну схоронність вантажу при підвищенні використання вантажопідйомності критих вагонів.

У праці [10] зазначається необхідність достовірного прогнозування обсягів перевезення вантажів залізничним транспортом в умовах дефіциту рухомого складу. Визначено, що в структурі часового ряду обсягів перевезення зерна та продуктів перемолу чітко прослідковується сезонна компонента, яка впливає на завантаженість рухомого складу та транспортної інфраструктури.

Таким чином, питанню удосконалення організації перевезення зернових вантажів залізничним транспортом приділено багато уваги як в Україні, так і за кордоном. Однак проблема удосконалення технології перевезення зернових вантажів у сучасних умовах ще потребує суттєвих досліджень.

**Визначення мети та завдання дослідження.** Метою роботи є розробка моделі формування ступінчастих маршрутів із зерновими вантажами з урахуванням випадкового характеру окремих показників.

Для досягнення сформульованої мети потрібно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан організації перевезення зернових вантажів;
- розробити модель формування ступінчастих маршрутів із зерновими вантажами, враховуючи ймовірнісний характер часу простою вагонів на станції формування.

**Основна частина дослідження.** Останні кілька років Україна перебуває на передових позиціях на світовому ринку і ставить все нові рекорди зі збирання та експорту зернових культур. Обсяг експортованого зерна минулого року був лише на 0,4 % меншим, ніж у 2017 р., однак

втричі перевищив показник 2010 р. – відколи Україна щороку нарощує обсяги експорту зернових. Досягнення останніх років стали можливими насамперед за рахунок збільшення експортних цін [11].

Дослідження динаміки обсягів перевезення врожаю зернових вантажів за останні 10 років показали, що є тенденція до зростання цього показника (рис. 1).

Перевезення зернових вантажів на цей момент є одним із найперспективніших. Фінансовий директор АТ «Укрзалізниця» (УЗ) Андрій Рязанцев заявляв, що залізницям найбільш вигідно перевозити саме зернові вантажі. За його словами, вони дають на 10 ткм 2817 грн доходної ставки, у той час як будматеріали – 1877 грн, руда – 1736 грн.

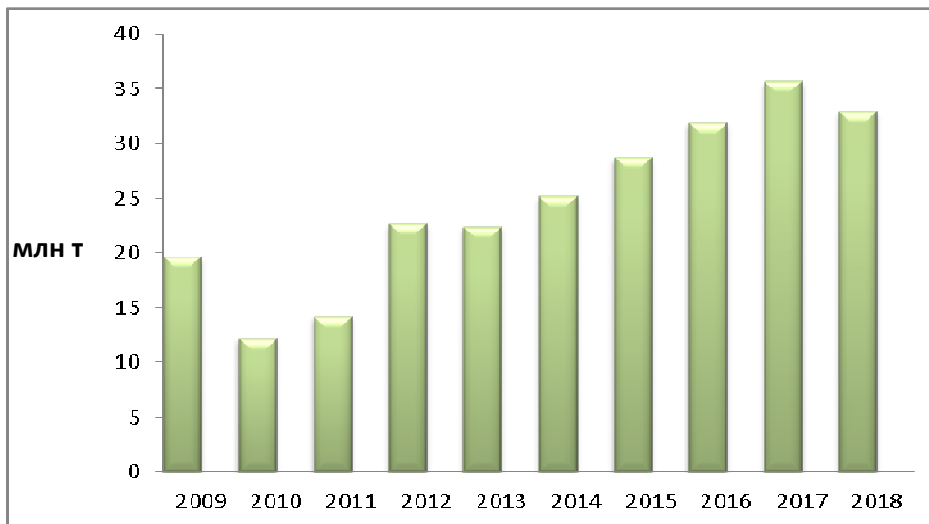


Рис. 1. Динаміка обсягів перевезення зернових вантажів залізничним транспортом України

До недавнього часу існувала проблема з наявністю вагонів-зерновозів. АТ «Укрзалізниця» не могла впоратися з цією проблемою самостійно, а зернотрейдери постійно страждали від браку зерновозів, тому найбільші компанії наростили власний парк. Станом на лютий

2019 р. парк вагонів-зерновозів у країні становив 22,3 тис. од., з яких 11,5 тис. – власність УЗ і 10,8 тис. – приватні (рис. 2). Це дасть змогу в пікові періоди кожному бажаному відправнику скористатися послугами залізниці і не чекати поки звільняться зерновози [12].

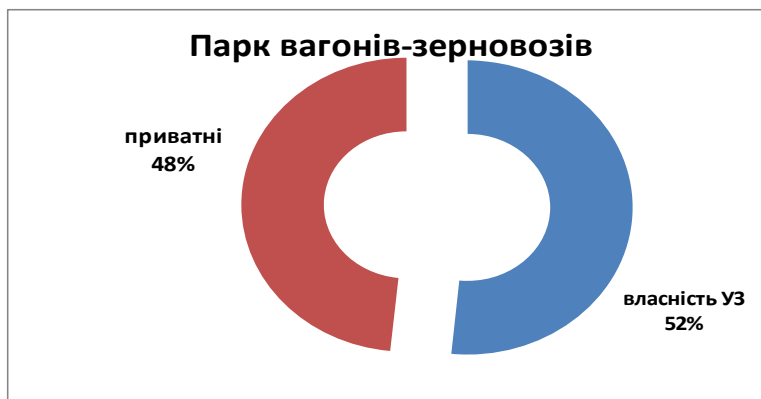


Рис. 2. Відношення приватного парку вагонів-зерновозів і власності АТ «Укрзалізниця»

Сьогодні зношеність вагонів-зерновозів АТ «Укрзалізниця» становить більше 97,8 %, що призводить до їх

дефіциту в пікові періоди перевезень, збільшення обігу вагонів та зниження їх продуктивності (рис. 3).

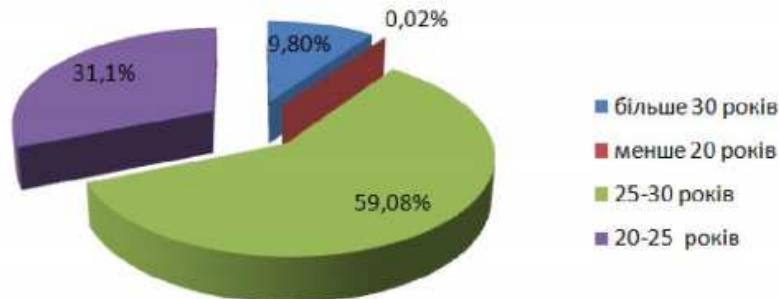


Рис. 3. Стан парку вагонів-зерновозів власності АТ «Укрзалізниця»

Останнім часом дефіцит тяги став найбільш гострою проблемою при перевезенні вантажів залізницею. Ситуація загрожує тим, що підприємства не можуть своєчасно відвантажити продукцію на експорт, у результаті чого страждає вся економіка країни. Через брак тяги обіг вагонів збільшився з 9–10 днів у 2018 р. до 11–12 у 2019 р. [13]. Вийти з цієї ситуації допоможе залучення іноземних компаній і локалізація виробництва локомотивів в Україні. Інакше наявний парк повністю вичерпає свій ресурс до 2020 р.

Сьогодні АТ «Укрзалізниця» перевозить зернові вантажі двома способами – вагонними партіями і маршрутами. Вагони, не задіяні в маршрутних перевезеннях, АТ «Укрзалізниця» розподіляє невеликими партіями між станціями, де вони навантажуються зерном. Потім ці вагони поступово збираються на вузлових станціях у маршрути, які відправляються в порт. Іноді дрібні партії вагонів із зерном прямують у напрямку порту в складі поїздів з іншими вантажами, потрапляють на сортувальні станції для переформування. Такий спосіб перевезення зерна займає значно більше часу, транспортування обходиться замовникові дорожче, при

цьому збільшується термін обігу вагонів та підвищується дефіцит вагонів і локомотивів.

Маршрутна відправка зерна передбачає, що на один елеватор подається для завантаження відразу вся маршрутна партія в 54 ваг і після цього одразу надходить у конкретний порт без затримок на шляху прямування на переформування состава. Маршрутні відправки зерна дають змогу зменшити обіг вагонів у русі як у завантаженому, так і в порожньому стані, обмежити вантажовласників у бажанні використовувати вагони залізниці як склади на колесах у припортових станціях, і в цілому маршрутизація збільшує обсяги перевезень зернових культур. Але не всі існуючі елеватори є маршрутними і здатні навантажувати протягом доби 54 ваг. Для таких елеваторів необхідно використовувати іншу технологію, тобто вони повинні мати можливість з іншими елеваторами сформувати маршрут (ступінчастий), який буде прямувати в порт призначення. Формування ступінчастих маршрутів дасть змогу оптимізувати залізничні перевезення зерна і зменшити ризик отримання збитків за несвоєчасність доставки вантажу. Передбачається

формування маршрутів з кількох елеваторів та залізничних станцій, які об'єднані в один

залізничний полігон і прямують в один порт призначення (рис. 4).



Рис. 4. Схема формування маршрутної відправки

У сучасних умовах доцільною є розробка моделі формування ступінчастих маршрутів з визначенням оптимальної кількості вагонів у маршрутній відправці. Цільову функцію моделі можна подати як суму приведених витрат на виконання операцій

$$C = \sum_{i=1}^6 C_i \Rightarrow \min. \quad (1)$$

Витрати на подавання-прибирання вагонів

$$C_1 = \frac{C_{л-г} t_n n l_{ваг}}{l_{\phi}}, \quad (2)$$

де  $C_{л-г}$  – вартість локомотиво-години маневрової роботи, грн;

$t_n$  – час на подавання та прибирання вагонів, год;

$n$  – кількість вагонів у відправці;

$l_{ваг}$  – довжина вагона, м;

$l_{\phi}$  – довжина вантажно-розвантажувального фронту, м.

Питомі витрати при зберіганні зерна у вагонах у виробника під час накопичення

$$C_2 = \frac{n C_{\phi}}{Q_{\phi}}, \quad (3)$$

де  $C_{\phi}$  – вартість простою вагона (склад на колесах) на під'їзній колії, грн;

$Q_{\phi}$  – потужність виробника, ваг/год.

Витрати на переміщення маршруту (до станції формування та до порту)

$$C_3 = \frac{f_n}{n}, \quad (4)$$

де  $f_n$  – витрати на переміщення.

Витрати на навантаження вагонів

$$C_4 = \frac{C_{\phi-г} n P_{ст}}{k Q C_{маш}}, \quad (5)$$

де  $C_{\phi-г}$  – вартість однієї вагоно-години простою, грн;

$P_{ст}$  – середнє завантаження вагона, т;

$k$  – кількість одиниць вантажно-розвантажувальної техніки, шт;

$Q$  – продуктивність однієї одиниці техніки, т/год;

$C_{маш}$  – вартість роботи вантажно-розвантажувальної техніки, грн.

Витрати на накопичення маршруту

$$C_5 = \frac{C_{\sigma-z} t_{np}}{n}, \quad (6)$$

де  $t_{np}$  – час простою вагонів на станції формування ступінчастого маршруту, год.

Дослідженнями статистичних даних по станції Ромодан за березень – серпень 2019 р. (рис. 5) встановлено, що час простою вагонів на станції формування ступінчастого маршруту є випадковою величиною і підпорядкований розподілу Ерланга 2-го порядку (рис. 6).

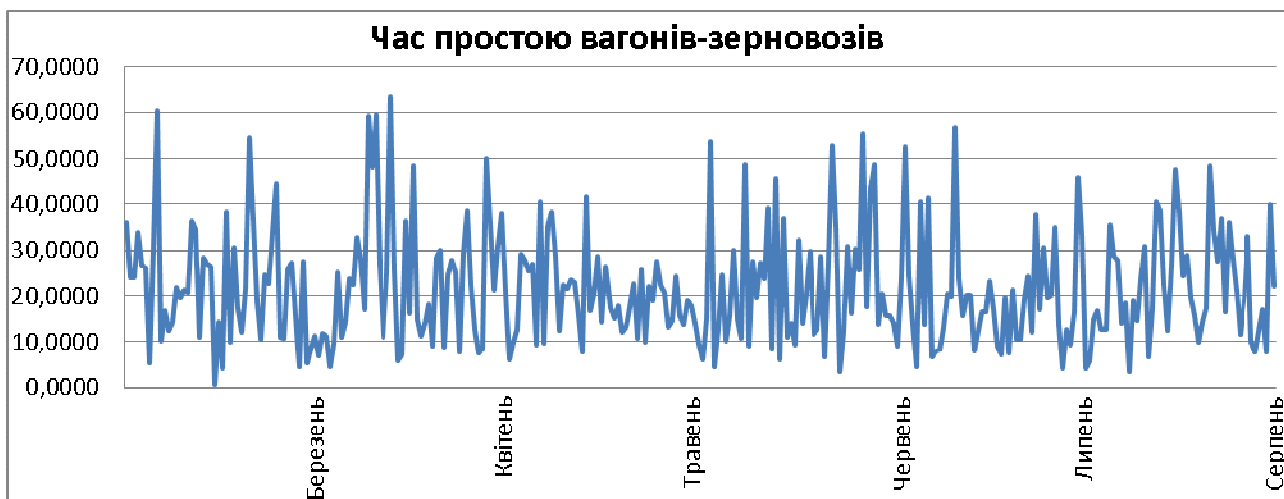


Рис. 5. Динаміка змінення часу простою вагонів за березень – серпень 2019 р.

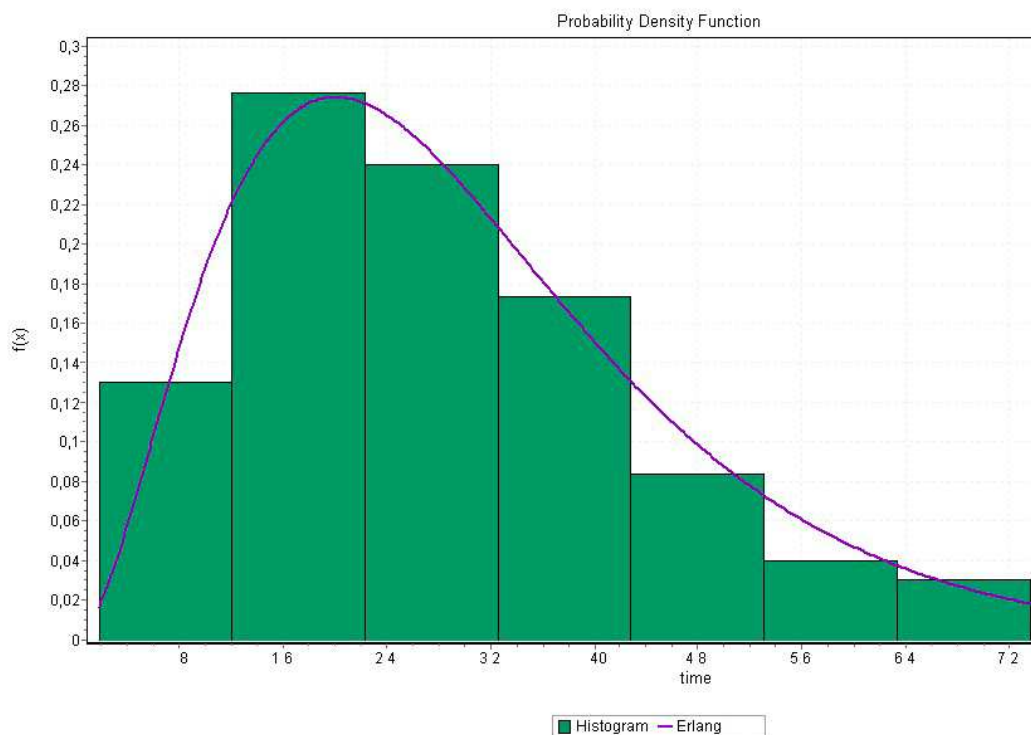


Рис. 6. Гістограма щільності розподілу часу простою вагонів на станції формування ступінчастого маршруту

Тоді

$$t_{np} = 200,081 \int_0^{t_{np}^{max}} t_{np}^2 \cdot e^{-14,145t_{np}} dt. \quad (7)$$

Вибір виду розподілу, який найкраще відповідає статистичній вибірці даних, проводився з використанням програмного пакета EasyFit® 5.6 Standart компанії MathWave®. Результати перевірки за критеріями узгодження наведено на рис. 7.

Erlang (2P)					
Kolmogorov-Smirnov					
Sample Size	300				
Statistic	0,04705				
P-Value	0,50499				
Rank	24				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Critical Value	0,06195	0,07061	0,0784	0,08764	0,09405
Reject?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Sample Size	300				
Statistic	0,94515				
Rank	23				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Critical Value	1,3749	1,9286	2,5018	3,2892	3,9074
Reject?	No	No	No	No	No
Chi-Squared					
Deg. of freedom	8				
Statistic	6,5504				
P-Value	0,58583				
Rank	20				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Critical Value	11,03	13,362	15,507	18,168	20,09
Reject?	No	No	No	No	No

Рис. 7. Результати перевірки за критеріями узгодження

Питомі витрати при зберіганні зернових вантажів в очікуванні вивантаження в порту

$$C_6 = \frac{C_{зб}n}{Q_n}, \quad (8)$$

де  $C_{зб}$  – вартість збереження одного вагона, грн;

$Q_n$  – переробна спроможність порту, ваг/год.

Остаточна модель технології формування ступінчастого маршруту перевезення зернових вантажів з урахуванням імовірнісного характеру має такий вигляд:

$$C = \frac{C_{л-2} t_n n l_{газ}}{l_{\phi}} + \frac{n C_{\epsilon}}{Q_{\epsilon}} + \frac{f_n}{n} + \frac{C_{\epsilon-2} n P_{cm}}{k Q C_{маи}} + \frac{C_{\epsilon-2} 200,081 \int_0^{t_{np}^{max}} t_{np}^2 \cdot e^{-14,145t_{np}} dt}{n} + \frac{n C_{зб}}{Q_n} \Rightarrow \min \quad (9)$$



при виконанні системи обмежень:

$$\begin{cases} n_{\min} \leq n \leq n_{\max}, \\ t_{не} + t_{г} + t_{нак} + t_n \leq t_{\delta}, \\ nl_{ваг} \leq l_{\phi} \end{cases} \quad (10)$$

де  $n_{\max}$ ,  $n_{\min}$  – максимальна і мінімальна вагонна норма відповідно;

$t_{не}$  – час на виконання операцій з прибуття та відправлення, год;

$t_{г}$  – час на виконання вантажних операцій, год;

$t_{нак}$  – час на накопичення маршруту, год;

$t_n$  – час на переміщення вагонів, год;

$t_{\delta}$  – допустимий час доставки, год.

Перше обмеження встановлює умову, за якої склад вагонів не повинен перевищувати максимально допустиму вагонну норму та бути меншим від мінімально допустимої вагонної норми щодо вантажних поїздів на цьому напрямку. Друга умова визначає дотримання логістичного принципу доставки зернових вантажів «точно в строк». Кількість вагонів у маршруті повинна

відповідати довжині вантажного фронту, що зазначено в останньому обмеженні.

Виконання всіх умов дасть змогу звести витрати до мінімуму та знайти оптимальну кількість вагонів у ступінчастому маршруті, ураховуючи ймовірнісний характер тривалості простою вагонів на станції формування. У подальшому це дасть змогу перевізникам, відправникам та одержувачам оперувати всією інформацією і скласти календарний розклад формування відвантаження та відправлення вантажів. Використання запропонованої моделі дасть змогу зменшити непродуктивні простой вагонів та виключити переробку на шляху прямування, ураховуючи термін доставки та технічну спроможність станцій.

Реалізація розробленої моделі на станції Ромодан показала, що можливо отримати оптимальне значення. Моделювання виконано у середовищі пакета прикладних програм MS Office Excel. З урахуванням системи (10) оптимальна кількість вагонів, що відправляється зі станції Ромодан, становить 48 ваг при мінімальних витратах (рис. 8).

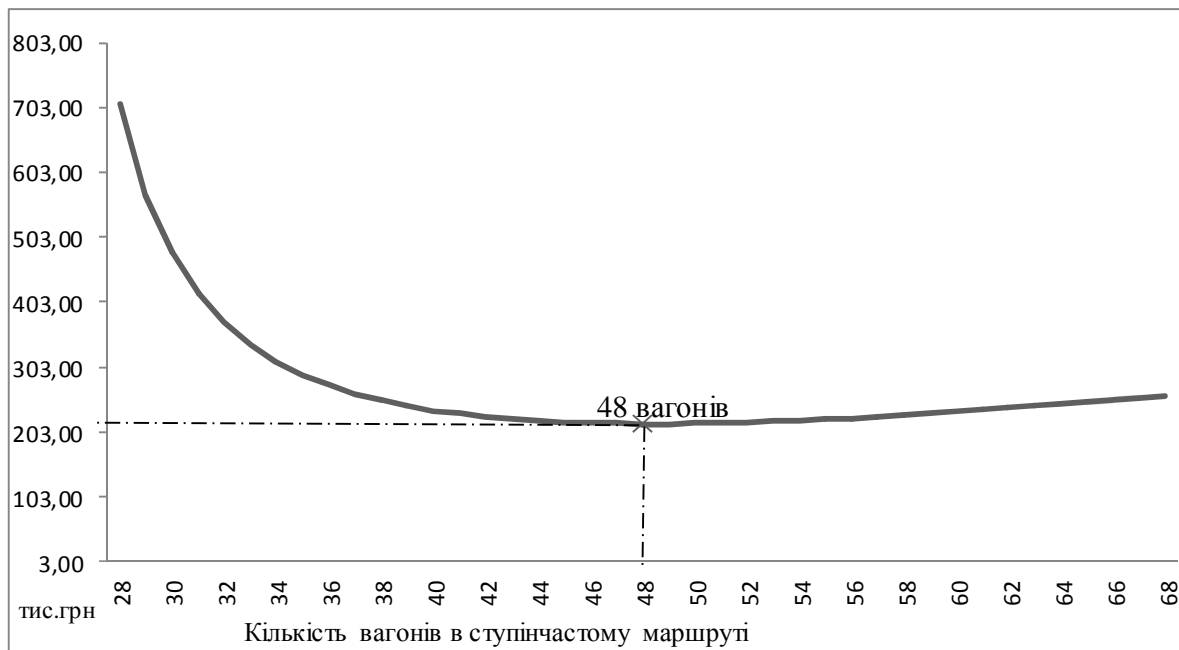


Рис. 8. Залежність загальних експлуатаційних витрат від кількості вагонів у маршрутній відправці

Адекватність розробленої моделі та точність отриманих результатів обґрунтовано врахуванням послідовності всіх технологічних операцій щодо переробки зернових вантажів; наявністю реальних технологічних обмежень у моделі та врахуванням невизначеності технологічних параметрів за рахунок введення до цільової функції відповідної щільності розподілу ймовірнісної величини, що підтверджується критеріями узгодження  $\chi^2$  – Пірсона, Колмогорова – Смірнова та Андерсона – Дарлінга. Сформовану модель запропоновано інтегрувати до автоматизованих робочих місць оперативного персоналу.

**Висновки.** Проаналізовано сучасний стан організації перевезення зернових вантажів та визначено неефективність існуючої технології. Зношеність вагонів-зерновозів АТ «Укрзалізниця» становить

більше 97,8 %, що призводить до їх дефіциту в пікові періоди перевезень, збільшення обігу вагонів та зниження їх продуктивності. Також є проблеми з нестачею тягового рухомого складу, що не дає змоги повною мірою забезпечити потреби промисловості в транспортних послугах та призводить до суттєвих затримок доставки вантажів.

Розроблено стохастичну модель формування ступінчастих маршрутів із зерновими вантажами, що враховує ймовірнісний характер тривалості простою вагонів на станції формування й дає змогу визначити оптимальну кількість вагонів у маршрутній відправці. Використання моделі забезпечить зменшення непродуктивних простоїв вагонів і виключить переробку на шляху прямування, урахувавши термін доставки та технічну спроможність станцій.

### Список використаних джерел

1. Аналіз і перспективи розвитку перевезень зернових вантажів залізничним транспортом України / О. В. Лаврухін, Д. І. Мкртичян, О. М. Костенніков, С. П. Кануннікова, Ю. В. Церковнюк. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2015. Вип. 158. С. 31–35.
2. Перспективи ринку зерна врожаю 2016 року. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7939-perspektyvu-rynku-zerna-vrozhaiu-2016-roku.html> (дата звернення: 10.09.19).
3. Арсененко Д. В. Удосконалення організації перевезення зернових вантажів залізничними ступінчастими маршрутами. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2019. Вип. 184. С. 92–101.
4. Дельз С. В. Логістичні підходи до оцінки ефективності логістичних схем доставки експортного зерна. *Спеціалізований научно-практичний журнал "Логістика"*. 2011. № 8. С. 44–46.
5. Kozachenko. D. Creation of Export-Oriented Network of Grain Elevators in Ukraine. *Наука та прогрес транспорту*. 2017. № 2 (68). С. 56–70.
6. 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*. 2017. Vol. 7. P. 164–176. URL: [http://ijtte.com/uploads/2017-06-12/5d576de2-f2f6-755cijtte.2017.7\(2\).02.pdf](http://ijtte.com/uploads/2017-06-12/5d576de2-f2f6-755cijtte.2017.7(2).02.pdf).
7. Maiyar M., Thakkar J. A combined tactical and operational deterministic food grain transportation model: Particle swarm based optimization approach. *Computers & Industrial Engineering* 2017. Vol. 110. P. 30–42. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835217302279> (дата звернення: 15.09.19).

8. Mogale D. G., Kumar Sri Krishna, Tiwari Manoj Kumar, Two Stage Indian Food Grain Supply Chain Network Transportation-Allocation Model, *IFAC-PapersOnLine*. 2016. Vol. 49. P. 1767–1772.

9. Lavrukhin O., Zapara V., Baulina H., Zapara Y., Kyman A. Rationalization of the use of alternative rolling stock for transportation of vegetable cargo with insufficient number of grain hoppers. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. 2018. 7 (4.3 Special Issue 3). P. 251–256. URL: [https://www.researchgate.net/publication/332140615\\_Rationalization\\_of\\_the\\_Use\\_of\\_Alternative\\_Rolling\\_Stock\\_for\\_Transportation\\_of\\_Vegetable\\_Cargo\\_with\\_Insufficient\\_Number\\_of\\_Grain\\_Hoppers](https://www.researchgate.net/publication/332140615_Rationalization_of_the_Use_of_Alternative_Rolling_Stock_for_Transportation_of_Vegetable_Cargo_with_Insufficient_Number_of_Grain_Hoppers).

10. Improvement of technology for management of freight rolling stock on railway transport / T. Butko, S. Prodashchuk, G. Bogomazova, G. Shelekhan, M. Prodashchuk, R. Purii. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 3/3 (87) (2017). P. 4–11.

11. 2018 року експорт українського зерна приніс рекордні за часів незалежності 7,2 млрд дол. США – Микола Пугачов. URL: <http://www.iae.org.ua/presscentre/archnews/2496-2018-roku-eksport-ukrayinsko-ho-zerna-prynis-rekordni-za-chasiv-nezalezhnosti-7-i-2-mlrd-dol-ssha-mykola-puhachov.html> (дата звернення: 15.09.19)

12. Путь зерна: какой была логистика аграрного экспорта в 2018 году. URL: [https://cfts.org.ua/articles/put\\_zerna\\_kakoy\\_byla\\_logistika\\_agrarnogo\\_eksporta\\_v\\_2018\\_godu\\_1517](https://cfts.org.ua/articles/put_zerna_kakoy_byla_logistika_agrarnogo_eksporta_v_2018_godu_1517) (дата звернення: 15.09.19).

13. Чому "Укрзалізниця" може зупинитися. URL: <https://daily.rbc.ua/ukr/show-rochemu-ukrzaliznytsya-ostanovitsya-1509674322.html> (дата звернення: 26.09.19)

---

Бавліна Ганна Сергіївна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.

E-mail: [baulina777@gmail.com](mailto:baulina777@gmail.com).

Богомазова Ганна Євгенівна, канд. техн. наук, старший викладач кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.

E-mail: [annabogomazova1234@gmail.com](mailto:annabogomazova1234@gmail.com).

Мішков Віталій Сергійович, магістрант, група 12-ІІМ-ТТ Українського державного університету залізничного транспорту. E-mail: [mishkovvitaliy25@gmail.com](mailto:mishkovvitaliy25@gmail.com).

Baulina Hanna, PhD (Tech.), Associate Professor, Department of Freight and Commercial Work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057)730-10-85. E-mail: [baulina777@gmail.com](mailto:baulina777@gmail.com).

Bohomazova Hanna, PhD (Tech.), Senior Lecturer, Department of Freight and Commercial Work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057)730-10-85. E-mail: [annabogomazova1234@gmail.com](mailto:annabogomazova1234@gmail.com).

Mishkov Vitaliy, master, Group 12-II-M-TT, Ukrainian State University of Railway Transport.

E-mail: [mishkovvitaliy25@gmail.com](mailto:mishkovvitaliy25@gmail.com).

Статтю прийнято 28.10.2019 р.