

перевезення, дострокового вивільнення грошей за рахунок скорочення термінів доставки вантажів та зниження екологічної шкоди.

Запропонована методика дозволяє в комплексі враховувати інтереси всіх учасників доставки та забезпечує вибір раціональної технології доставки на принципах комодалності з урахуванням економічних, соціальних й екологічних складових процесу.

Література:

- [1] Що відбувається з перевезеннями у ЄС та як адаптуватися нашим компаніям. Mintrans. [Он-лайн]. Доступно: <https://mintrans.news/logistics>.
- [2] Біла книга – Транспорт. [Он-лайн]. Доступно: https://brdo.com.ua/wp-content/uploads/2016/01/1_Bila-knyga-transport.pdf
- [3] Кічка О. І. «Вибір оптимальної схеми доставки вантажів логістичних системах». Вісник СНУ ім. В. Даля, №2 (219). сс.9–11, 2015.
- [4] Нагорний Є. В., Шраменко Н. Ю. Комерційна робота на автомобільному транспорті. Харків, 2010. 324 с.

УДК 656.073.7

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ КОНСОЛІДОВАНИХ ВАНТАЖІВ З УКРАЇНИ ДО ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇН

Павленко О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Сучасна транспортна політика Європейських країн особливу увагу уділяє обмеженню негативних наслідків від впливу перевезень вантажів на навколишнє середовище в містах [1]. На дуже конкурентному ринку Європи запит на швидку доставку вантажу, ефективність транспортування є важливою проблемою. Здатність виявляти та усувати всі ймовірні проблеми

та ризику в реальному часі стає знаковою компетенцією для транспортних компаній, які займаються логістикою доставки [2].

Ефективне відстеження доставки має велике значення для управління світовою торгівлею та логістикою. Щоб впоратися зі зростаючою складністю замовлень клієнтів, організація і управління технологією доставки постійно рухаються до кооперації, інтелектуальності та клієнтоорієнтованості. Управління вантажопотоками представляється важким завданням для учасників мультимодального транспортного процесу доставки. Вона є основною силою руху до ефективного результату. Це доводиться пропозицією ефективної інтелектуальної системи стеження за переміщенням будь-яких вантажів у контейнерах в контексті мультимодальних перевезень [3].

Метою даної роботи є проведення моделювання доставки консолідованих вантажів з України до Європейських країн для побудови залежностей оціночного показника від параметрів впливу лінійного або ступеневого типу. При цьому на основі раніше запропонованої методики [4], планується провести статистичний аналіз параметрів впливу, побудувати план експерименту, визначити регресійні моделі відповідного типу.

Натурні дослідження та аналіз проводилися на базі міжнародної транспортної компанії, враховуючи частоту, загальний час доставки регулярних міжнародних сполучень з доставки консолідованих вантажів. У якості змінних виступають такі параметри потоку замовлень, як обсяг замовлення вантажу, відстань перевезення вантажу територією України, інтенсивність надходження замовлень та відстань перевезення вантажу територією країни Європи – Польщі. Для одержання найбільш достовірних даних про зміну значень параметрів доставки вантажів визначаємо необхідну кількість спостережень (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати розрахунків статистичних показників

Показники	Обсяг замовлення вантажу, т. (X_1)	Відстань перевезення вантажу територією України, км. (X_2)	Інтенсивність надходження замовлень, т/год. (X_3)	Відстань перевезення вантажу територією іноземних держав, км. (X_4)
Математичне очікування	5,05	555	8	415
Середньоквадратичне відхилення	1,65	181,67	2,33	21,67
Похибка розрахунків	0,2525	27,75	0,4	20,75
Обсяг вибірки	51	79	60	42

Для перевірки значущості зв'язку між двома змінними використаємо критерій χ^2 -квадрат (Критерій Пірсона). Використовуючи програму Statistica.exe, здійснюємо розрахунки по виявленню законів розподілу визначених параметрів вхідного потоку замовлень. Розраховані чисельні значення критерія Пірсона порівнювали із табличними значеннями. Приймаємо, що для вхідних параметрів має місце нормальний закон розподілення випадкових величин. Результат отримання розподілів представлені в якості прикладу на рисунку 1.

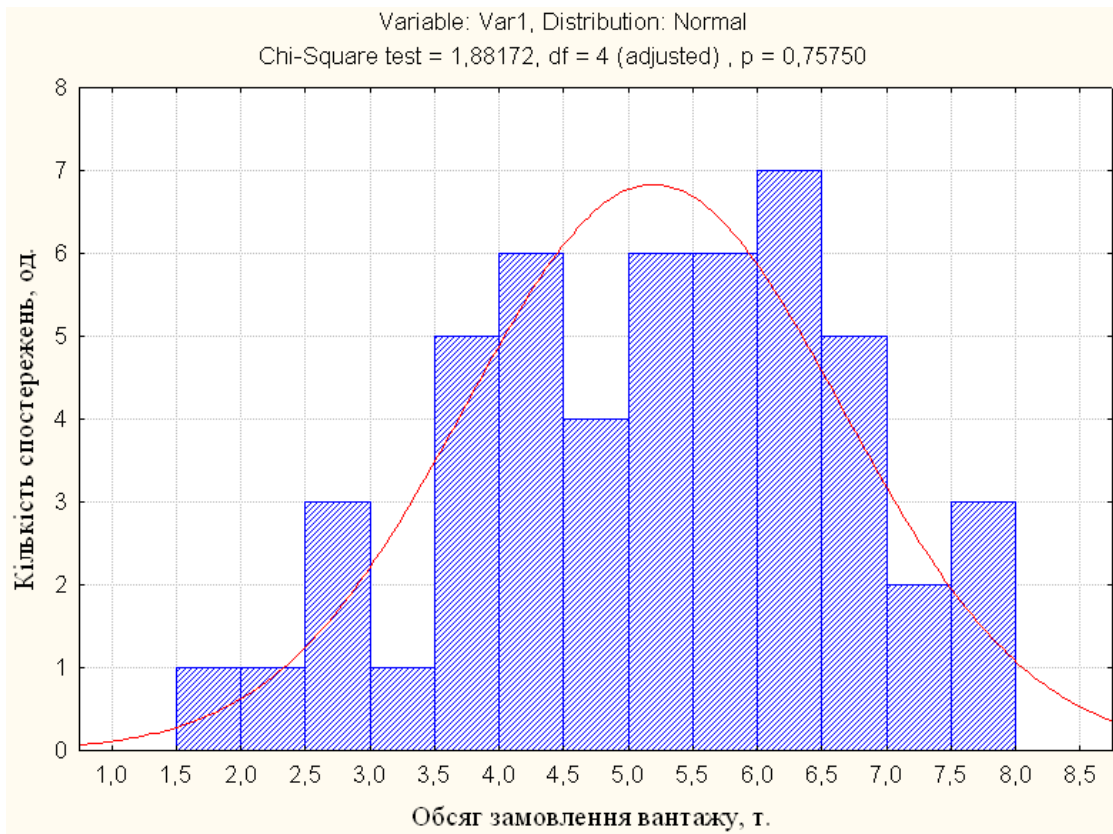


Рисунок 1 – Гістограма розподілу значень обсягу замовлення вантажу за нормальним законом розподілу

За допомогою програми «MS Excel» та функції «ХІ2ОБР» визначаємо табличне значення χ^2 для обсягу замовлення вантажу, яке склало 1,96. Оскільки розрахункове значення χ^2 становить 1,88, то умова виконується, тобто $1,88 < 1,96$. При проведенні експериментальних досліджень на автомобільному транспорті, рівень довірчої ймовірності повинен складати не менше 5 %. У нашому випадку вона склала 76 %. Таким чином, гіпотеза про розподіл підтверджується. Для всіх інших показників умова виконується.

На основі отриманих даних та принципів побудови імітаційного повнофакторного плану експерименту визначено відповідний план для визначення ефективного варіанту доставки консолідованого вантажу з України в Європейську країну – Польщу.

Враховуючи результати статистичного аналізу параметрів впливу та використані різних їх комбінації визначені значення критерію оцінки – сумарні витрати (табл.2).

Таблиця 2 – Результати моделювання

Серія дослідів	Витрати на доставку, Євро.	
	Схема 1	Схема 2
1	36,60	44,84
2	1007,78	1181,85
3	1980,99	2155,06
4	2552,42	2363,39
5	2784,57	2595,54
6	48,65	61,00
7	1579,21	1390,18
8	44,63	53,35
9	1239,92	1413,99
10	42,31	51,03
11	2213,14	2387,20
12	1811,35	1622,32
13	38,92	51,26
14	46,33	58,68
15	52,04	60,76
16	54,36	63,08

Визначено, що найкращою буде степенева функція, так як значення «R-квадрат» є максимальним і дорівнює 0,99 (для всіх двох схем). Регресійна модель для визначення сумарних витрат на логістику поставки консолідованого вантажу за варіантом «Схема-1» та «Схема-2»

$$Y_1 = e^{3,38} \cdot X_1^{0,8} \cdot X_2^{0,08} \cdot X_3^{0,08}.$$

$$Y_2 = e^{3,48} \cdot X_1^{0,76} \cdot X_2^{0,08}.$$

На підставі аналізу параметрів потоку замовлень міжнародної транспортної компанії з'ясовано, що значення параметрів впливу розподілені за нормальним законом розподілу випадкових величин. В результаті проведення експерименту отримали значення сумарних витрат на доставку консолідованих вантажів. На основі регресійного аналізу результатів експерименту визначені регресійні моделі у степеневій формі з ненульовим коефіцієнтом. Встановлено, що ця модель є найбільш адекватною, оскільки значення показника «R-квадрат» близько до одиниці. Також були побудовані регресійні моделі, на основі яких в подальшому планується проведення розрахунків та визначення залежності сумарних витрат на доставку консолідованих вантажів від комбінацій значень вхідних параметрів.

Література:

- [1] J. Nowakowska-Grunt, and M. Strzelczyk, “The current situation and the directions of changes in road freight transport in the European Union”, *Transportation Research Procedia*, 2019, № 39, pp. 350-359.
- [2] T. Gregora, M. Krajčoviča, and D. Więcek, “Smart Connected Logistics”. *Procedia Engineering*, 2017, № 192, pp. 265-270.
- [3] O. Pavlenko, D. Velykodnyi, O. Lavrentieva, and S. Filatov, “The procedures of logistic transport systems simulation into the petri nets environment”, *CEUR Workshop Proceedings*, 2020, № 2732, pp. 854-868.
- [4] В. Нефьодов, О. Павлеко, Д. Великодний, «Побудова логістики поставки консолідованих вантажів з України в Європу», *Комунальне господарство міст*, № 161, сс. 191-198, 2021.