

О. О. Северин, О. О. Шуліка, Н. В. Потаман

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна*

## ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМІНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ АВТОЗАПЧАСТИН ПРИ МІЖМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

*У статті розглянуто питання доцільності застосування термінальної системи доставки автозапчастин автомобільним транспортом при міжміських перевезеннях. Запропонована методика дозволяє оцінити вплив системи доставки на сумарні витрати на доставку автозапчастин в міжміському сполученні та визначити область ефективного використання термінальної системи доставки при визначених умовах експлуатації автомобільного транспорту на основі логістичних принципів.*

**Ключові слова:** *термінальна система доставки, міжміське сполучення, автомобільний транспорт.*

### Постановка проблеми

Український ринок автозапчастин представлений широкою номенклатурою товарів і користується високим попитом як у виробничій сфері, так і у сфері особистого користування населення. Враховуючи специфіку міжміських перевезень [1], при виконанні доставки вантажів у міжміському сполученні перевізники часто зіштовхуються з проблемою зниження продуктивності роботи автомобілів майже вдвічі внаслідок простою в очікуванні передавання вантажу вантажовласнику та пошуку зворотного завантаження. Це негативним чином впливає на ефективність доставки вантажів. Одним з ключових напрямів підвищення ефективності доставки вантажів у такій ситуації для транспортно-експедиторських компаній, зазвичай, є впровадження складних технологій доставки, серед яких найбільшого розповсюдження набуло впровадження термінальної системи доставки. При цьому важливим питанням є врахування інтересів всіх учасників, задіяних у процесі доставки, і розгляд сукупності не тільки матеріальних потоків, а й фінансових та інформаційних, що їх супроводжують.

Саме тому вирішення питання доцільності застосування системи доставки при визначених умовах експлуатації на основі логістичних принципів є актуальним для підприємств, що працюють на ринку міжміських перевезень автозапчастин.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання підвищення ефективності доставки вантажів за рахунок впровадження термінальної системи доставки розглянуто в роботах таких вчених, таких як А.Н. Артеменко, В.П. Корнієнко,

А. І. Воркут, М.Д. Ситнік, Є. В. Нагорний, В. С. Наумов, Н. С. Вітер та інш.

Процес доставки вантажів від відправника до одержувача є комплексним поняттям, яке включає виконання операцій щодо вибору виду транспорту та сполучень, підготовки вантажу до перевезення, виконання навантажувально-розвантажувальних та складських робіт, транспортування та інш. [2, 3] найчастіше за участі не лише вантажовласників та перевізників, а й експедиторів, терміналів і інших задіяних у процесі доставки учасників. При цьому важливо відмітити, що в основі планування та організації кожного процесу доставки визначальним є транспортно-технологічна схема [4, 5], від вибору якої в першу чергу залежить ефективність процесу доставки.

На сьогодні найбільш характерними для доставки автозапчастин у міжміському сполученні є дві основні системи доставки: пряма доставка та доставка з залученням терміналу. Хоча перша система є більш спрощеною і дає можливість забезпечити високу швидкість доставки вантажу, однак для великих потоків дрібних відправок вантажів вигідно використання термінальної системи доставки [6].

Аналіз практичної діяльності підприємств, що працюють на ринку автозапчастин, показав, що доволі часто при обслуговуванні заявки на перевезення у міжміському сполученні застосовуються недостатньо обґрунтовані і, як наслідок, мало ефективні транспортно-технологічні схеми. Це пояснюється відсутністю чіткого механізму прийняття рішень щодо організації обслуговування в сучасних умовах стохастичного ринку, що характеризується умовами невизначеності стратегій поведінки учасників процесу доставки, та в

переважній частині стохастичним попитом на перевезення автозапчастин широкою номенклатури.

Все це обумовлює необхідність розробки методики оцінки впливу системи доставки автозапчастин в міжміському сполученні на сумарні витрати на доставку та визначення області ефективного використання термінальної системи доставки при визначених умовах експлуатації автомобільного транспорту на основі логістичних принципів.

**Метою роботи є** підвищення ефективності доставки вантажів у міжміському сполученні за рахунок обґрунтування системи доставки автозапчастин на прикладі ТОВ «ТПК «ОМЕГА-Автопоставка».

Для досягнення поставленої мети необхідно було провести теоретичні та експериментальні дослідження в області підвищення ефективності перевезення автозапчастин у міжміському сполученні; проаналізувати отримані результати і розробити практичні рекомендації щодо вибору системи доставки при визначених умовах експлуатації автомобільного транспорту.

### Виклад основного матеріалу

На даний час на ТОВ «ТПК «ОМЕГА-Автопоставка» для виконання даного виду перевезень застосовують транспортно-технологічну схему, наведену на рис. 1.

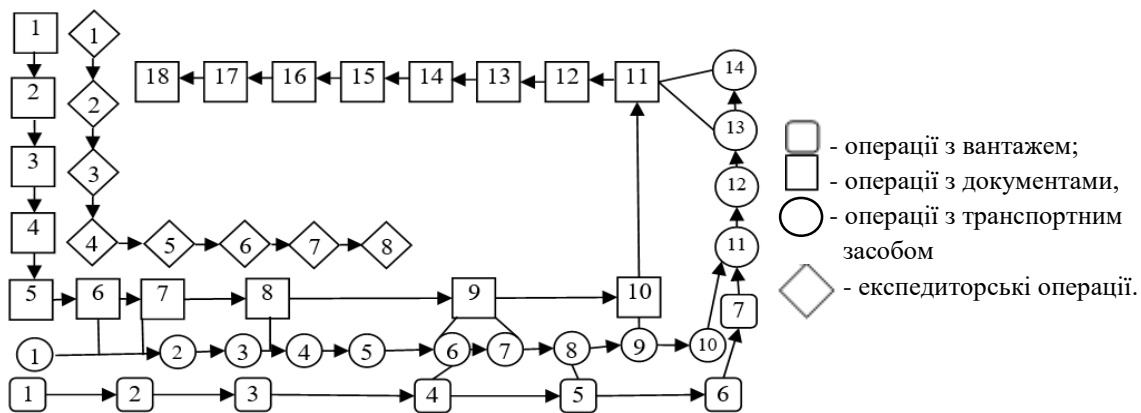


Рис.1. Існуюча транспортно-технологічна схема доставки

Умовні позначення до рис. 1 наступні. Операції з вантажем: 1 – формування вантажу; 2 – навантаження; 3 – транспортування в пункт зважування; 4 – зважування; 5 – рух до пункту вивантаження; 6 – розвантаження; 7 – рух до пункту навантаження.

Операції з транспортним засобом: 1 – отримання документів; 2 – нульовий пробіг; 3 – відмітка у диспетчера; 4 – навантаження; 5 – виїзд з цеху; 6 – зважування; 7 – запис в подорожній лист; 8 – рух до місця призначення; 9 – відмітка у диспетчера; 10 – заїзд на майданчик розвантаження; 11 – розвантаження; 12 – порожній пробіг; 13 – рух до АТП; 14 – здача документів.

Операції з документами: 1 – складання добового графіка; 2 – передача добового графіка в автоколону; 3 – поділ ТЗ за маршрутах; 4 – передача даних диспетчеру; 5 – заповнення подорожніх листів; 6 – передача документів водієві; 7 – рух документів з водієм; 8 – відмітка у диспетчера відправника; 9 – відмітка при зважуванні; 10 – відмітка у диспетчера вантажоодержувача; 11 – здача документів диспетчеру; 12 – обробка подорожнього листа; 13 –

підшив подорожніх листів; 14 – передача документів у відділ експлуатації; 15 – перерахунок виконаної транспортної роботи; 16 – звіт економісту; 17 – передача документів до архіву; 18 – зберігання документів.

Експедиторські операції : 1 – пошук замовлень; консультація з транспортно-експедиторськими підприємствами; оцінка самостійного виконання; пошук на логістичному сайті; розміщення на логістичному сайті; аналіз варіантів; узгодження ціни з перевізником; узгодження ціни з вантажовласником.

Для обґрунтування доцільності застосування термінальної системи доставки автозапчастин при міжміських перевезеннях в якості критерію ефективності прийняті загальні витрати на доставку, як такі, що найбільш повно враховують інтереси всіх учасників, задіяних у процесі доставки [4, 7 - 9].

Об'єктом дослідження у даній роботі є процес доставки автозапчастин у міжміському сполученні, предмет дослідження – вплив системи доставки на загальні витрати на доставку автозапчастин у міжміському сполученні. Враховуючи аналіз

статистичних даних та процесу доставки автозапчастин ТОВ «ТПК «ОМЕГА-Автопоставка», у якості вхідних визначені наступні параметри: обсяг замовлення ( $q_3$ , т), вантажність автомобіля ( $q_n$ , т), відстань доставки ( $L$ , км). Вихідним показником є загальні витрати на доставку автозапчастин у міжміському сполученні ( $B$ , грн), які складаються з витрат на підготовку вантажів до відправлення у вантажовідправників, витрат на заморожування капіталу, витрат на експедирування, витрат на навантаження-розвантаження у відправників і одержувачів, витрат на транспортування та витрат на переробку вантажу на терміналі. Зовнішніми факторами, які впливають на доставку, є умови експлуатації автомобільного транспорту, технічний стан транспортних засобів та вантажних механізмів, технічна швидкість, річний попит на перевезення продукції підприємства у міжміському сполученні.

Цільова функція, що використовується для обґрунтування доцільності застосування системи доставки, має наступний вид:

$$B(q_3, q_n, L) \rightarrow \min. \quad (1)$$

В результаті декомпозиції цільової функції отримана наступна математична модель загальних витрат на доставку:

$$\begin{aligned} B = & \sum_{i=1}^{N_3} (C_{pi} + C_{зби} \cdot t_{зби} + C_{доки} + C_{адми}) \cdot q_{zi} + \\ & + \sum_{i=1}^{N_3} a \cdot q_{zi} \cdot \Pi_{1ти} \cdot t_{ди} + \sum_{i=1}^{N_3} C_{1год(е)} \cdot t_{зи} \cdot N_{ди} + \\ & + \sum_{i=1}^{N_3} (C_{пості} + C_{постмі}) \cdot (t_{1ни} + t_{1пи}) \cdot q_{zi} + \\ & + \sum_{i=1}^{N_3} C_{ткмi} \cdot L_i \cdot q_{ни} \cdot z_i + \sum_{i=1}^{N_3} \sum_{j=1}^{N_{п}} T_{ji} \cdot q_{zi}, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $C_{pi}$ ,  $C_{зби}$ ,  $C_{доки}$ ,  $C_{адми}$  – питомі витрати на підготовку до відправлення, тимчасове зберігання, оформлення документів та накладні адміністративні витрати у вантажовідправника для  $i$ -ї заявки відповідно, грн/т;

$t_{зби}$  – час зберігання у вантажовідправника обсягу вантажу  $i$ -ї заявки, год.;

$N_3$  – кількість заявок за період часу, од.;

$a$  – параметр моделі, що враховує втрати внаслідок заморожування грошових коштів при здійсненні доставки партії вантажу, год<sup>-1</sup>;

$\Pi_{1ти}$  – вартість 1 т вантажу  $i$ -ї заявки, т;

$t_{ди}$  – час доставки обсягу вантажу  $i$ -ї заявки, год.;

$C_{1год(е)}$  – питома вартість 1 год. роботи диспетчера, грн/год.;

$t_{зи}$  – час, що витрачає диспетчер на пошук та виконання  $i$ -ї заявки, год.;

$N_{ди}$  – кількість диспетчерів, задіяних для виконання  $i$ -ї заявки, од.;

$C_{пості}$  – постійні витрати автомобіля під час вантажних робіт, грн/год.;

$C_{постмі}$  – собівартість виконання вантажних робіт у відправника та одержувача вантажу  $i$ -ї заявки, грн/год.;

$t_{1ни}$ ,  $t_{1пи}$  – час навантаження у вантажовідправника та час розвантаження у вантажоодержувача для обсягу вантажу  $i$ -ї заявки відповідно, год.;

$C_{ткмi}$  – собівартість виконання 1ткм для  $i$ -ї заявки, грн/ткм;

$z_i$  – кількість їздок автомобіля для виконання  $i$ -ї заявки, од.

$T_{ij}$  – тариф за  $j$ -ту послугу терміналу при виконанні  $i$ -ї заявки, грн/т;

$N_{п}$  – кількість послуг терміналу для виконання  $i$ -ї заявки, од.

Для оцінки впливу системи доставки автозапчастин на сумарні витрати на доставку було проведено дослідження потоку заявок на базі ТОВ «ТПК «ОМЕГА-Автопоставка». До розгляду приймалися заявки на доставку автозапчастин по Україні з 04.06.2018 р. по 29.06.2018 р. На основі даних спостережень була отримана наступна система обмежень і припущень:

$$\begin{cases} 0,4 \leq \gamma_c \leq 1 \\ 1 \leq q_3, \tau \leq 30 \\ 4,4 \leq q_n, \tau \leq 22,5, \\ 50 \leq L, \text{км} \leq 1000 \\ 0,5 \leq \beta \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт використання вантажності;

$q_n$  – номінальна вантажність автомобіля, т;

$\beta$  – коефіцієнт використання пробігу.

Так як обсяг замовлення та відстань доставки моделі є випадковими величинами, за статистичними даними було встановлено, що зміна їх значень не суперечить нормальному закону розподілу випадкових величин, що і було враховано в експериментальних дослідженнях.

Для виконання експериментальних досліджень шляхом моделювання вхідних параметрів проведено повнофакторний експеримент з метою визначення раціональної системи доставки автозапчастин у міжміському сполученні. Так як з попередніх досліджень було встановлено нелінійний характер залежності критерію ефективності від параметрів моделі, було встановлено три рівні варіювання вхідних факторів (табл.1).

Таблиця 1  
Рівні варіювання вхідних факторів

Вхідний фактор	Рівень варіювання фактору		
	-1	0	+1
$X1 - q_3, \text{ т}$	1	15	30
$X2 - q_n, \text{ т}$	4,4	13,45	22,5
$X3 - L, \text{ км}$	50	525	1000

Проведений експеримент дозволив отримати сукупність даних двадцяти семи серій дослідів, яка включає всі можливі поєднання рівнів варіювання вхідних факторів і значення загальних витрат, що їм відповідають, для двох систем доставки.

Для отриманих сукупностей була виконана обробка експериментальних даних за допомогою інструментарію регресійного аналізу. Регресійний аналіз дав можливість отримати регресійні моделі залежності загальних витрат від параметрів потоку заявок на транспортне обслуговування, за допомогою яких і був визначений вплив параметрів потоку заявок на загальні витрати.

Результати регресійного аналізу показали, що найбільшими значеннями коефіцієнту детермінації характеризуються ступеневі моделі. Отже, регресійна модель загальних витрат на доставку автозапчастин у міжміському сполученні для системи прямої доставки:

$$B = 6.2456 \cdot q_3^{-0.04578} \cdot q_n^{0.91354} \cdot L^{0.6874}, \quad (4)$$

а для термінальної системи доставки:

$$B = 43.3546 \cdot q_3^{-0.01121} \cdot q_n^{0.997654} \cdot L^{0.338522}. \quad (5)$$

Перевірка моделей на можливість їх практичного застосування проводилася за критеріями точності, надійності і адекватності [10], результати якої дають право використовувати дані моделі для визначення раціональної системи доставки.

Характер впливу зовнішніх факторів на функцію загальних витрат на всьому інтервалі досліджених значень є монотонним. Екстремум функції загальних приведених витрат знаходиться в межах інтервалу при розгляді кожного фактору окремо. Існує похибка функції загальних витрат в точці розбиття діапазону варіювання факторів, але вона незначна і не змінює характеру впливу. Це підтверджує правильність вибору видів апроксимуючих функцій.

Визначивши, що найбільший вплив на загальні витрати для першої і другої систем має обсяг замовлення та відстань перевезень, на рис. 2 представлений приклад графіку залежності

загальних витрат, приведених до 1 т вантажу, від обсягу замовлення.

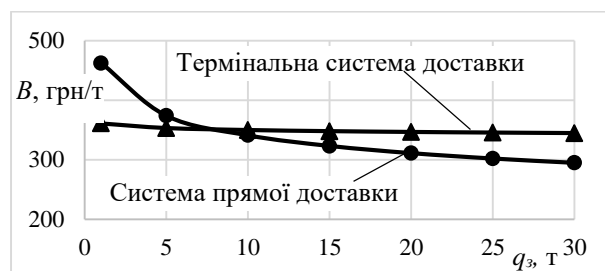


Рис.2. Графік залежності загальних витрат, приведених до 1 т, від обсягу замовлення

Аналізуючи отримані результати, робимо висновок, що при партії вантажу менше 6,78 т раціональною є система доставки через термінал, а понад 6,78 т – система прямої доставки.

### Висновки

Для підвищення ефективності доставки автозапчастин ТОВ «ТПК «ОМЕГА-Автопоставка» в міжміському сполученні було проведено моделювання двох систем доставки: прямої та термінальної, як такі, що можуть бути застосовані підприємством у заданих умовах експлуатації, серед яких за критерієм загальних витрат на доставку стало можливим визначити область ефективного застосування кожної з запропонованих систем.

Результати експериментальних досліджень дали змогу отримати регресійні моделі загальних витрат та встановити, що при обсязі замовлення менше 6,78 т раціональною є термінальна система доставки, а понад 6,78 т – пряма доставка. Впровадження запропонованого підходу дозволить підприємству знизити доставку автозапчастин у міжміському сполученні в середньому на 56,7 грн/т.

### Література

1. Нагорний, С. В. Комерційна робота на транспорті [Текст]: підручник / С. В. Нагорний, Н. Ю. Шраменко. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 324 с.
2. Donald, C. & Waters, J. (2003). Global Logistics and Distribution Planning. *Strategies for Management: Kogan*, 436.
3. Bowersox, D.J., Closs, D.J., Bixby Cooper, M. (2010). Supply Chain Logistics Management. 3d. ed. Boston: Mcgraw-Hill. 498.
4. Naumov, V., Shulika, O., Velikodnyi, D. (2015). Results of experimental studies on choice of automobile intercity transport delivery schemes for packaged cargo. MOTROL. *Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 17, 7, 87-91.
5. Наумов, В. С. Основы повышения эффективности экспедиционного обслуживания на автомобильном транспорте [Текст]: монографія / В. С. Наумов. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 144 с.
6. Шраменко, Н.Ю. Теоретико-методологічні основи ефективного функціонування термінальних систем при доставці дрібнопартійних вантажів [Текст]:

монографія / Н. Ю. Шраменко–Харків: ХНАДУ, 2010. – 156 с.

7. Burkovskis, R. (2008). Efficiency of freight forwarder's participation in the process of transportation. *Transport*.23(3) 208-213.
8. Naumov, V. & Omelchenko, T. (2017). Model of the Delivery Routes Forming Process as a Service Provided by Forwarding Companies. *Procedia Engineering*. 187. 167–172. doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.362.
9. Mentzer, J. T., & Konrad, B. P. (1991). An efficiency/effectiveness approach to logistics performance analysis. *Journal of business logistics*, 12(1), 33-62.
10. Галушко, В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / В. Г. Галушко. – К.: Вища школа, 1976. – 232 с.

### References

1. Nagorniy, Ye. V. & Shramenko, N. Yu. (2010). Commercial work on transport. Kharkiv National Automobile and Highway University, 324.
2. Donald, C. & Waters, J. (2003). Global Logistics and Distribution Planning. *Strategies for Management: Kogan*, 436.
3. Bowersox, D.J., Closs, D.J., Bixby Cooper, M. (2010). Supply Chain Logistics Management. 3d. ed. Boston: Mcgraw-Hill. 498.
4. Naumov, V., Shulika, O., Velikodnyi, D. (2015). Results of experimental studies on choice of automobile intercity transport delivery schemes for packaged cargo. MOTROL. *Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 17, 7, 87-91.
5. Naumov, V. S. (2010). The fundamentals of increasing the efficiency of expeditionary service in road transport. Kharkiv National Automobile and Highway University, 144.
6. Shramenko, N.Yu. (2010). Theoretical and methodological foundations of efficient functioning of terminal systems for the delivery of small lot cargo. Kharkiv National Automobile and Highway University, 156.

7. Burkovskis, R. (2008). Efficiency of freight forwarder's participation in the process of transportation. *Transport*.23(3) 208-213.
8. Naumov, V. & Omelchenko, T. (2017). Model of the Delivery Routes Forming Process as a Service Provided by Forwarding Companies. *Procedia Engineering*. 187. 167–172. doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.362.
9. Mentzer, J. T., & Konrad, B. P. (1991). An efficiency/effectiveness approach to logistics performance analysis. *Journal of business logistics*, 12(1), 33-62.
10. Galushko, V.G. (1976). Probability and statistical methods on motor transport. High school, 232.

**Рецензент:** д. т. н., проф. В. С. Наумов, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

**Автор:** СЕВЕРИН Олександр Олександрович  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
E-mail – saa.severin@ukr.net

**Автор:** ШУЛІКА Ольга Олександрівна  
кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
E-mail – s\_olga\_h@ukr.net  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1912-1115>

**Автор:** ПОТАМАН Наталя Володимирівна  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
E-mail – potaman81@ukr.net

### JUSTIFICATION OF THE EXPEDIENCY OF USING THE TERMINAL SYSTEM FOR VEHICLE SPARE PARTS DELIVERY IN THE INTERCITY

O.O.Severyn, O.O.Shulika, N.V.Potaman

Kharkov National Automobile and Highway University, Ukraine

*The article deals with the problem of the efficiency of vehicle-spare-parts delivery in the intercity by road transport. In the basis of planning and organization of delivery technology, the transport and technological scheme is decisive. The choice of transport and technological scheme influences on the efficiency of the delivery process. Two delivery systems have been considered as alternative: a direct delivery from the consignors to the consignee and a terminal delivery scheme to simulate the delivery of vehicle spare parts in the intercity. The total costs of the delivery process have been proposed as the criterion for the determining of the rational delivery system. The total cost consists of the cost of cargo processing, the cost of freezing capital, the cost of forwarding, the cost of loading and unloading, the cost of transportation and the cost of processing cargo at the terminal. As the volume of the request and the delivery distance of the model are random variables, according to statistical data it has been defined that the variation of their values does not contradict the normal distribution of random variables. It was taken into account in experimental studies. Besides, for the experimental studies, we have drawn up for the full factorial experiment and we have defined the levels of factors' variation. Functional dependence of total costs in the intercity delivery on request flow parameters for each delivery system has been determined with the using of regression analysis tools. Regression analysis allows us to obtain regression models of the dependence of total costs on the parameters of the requests flow for transport services, with the help of which the influence of the parameters of the requests flow on total costs has been determined. The results have shown the most appropriate values of exponential model for both delivery variants. The proposed method allows us to estimate the impact of the delivery system on the total cost of delivery of vehicle spare parts in the intercity and determine the area of effective use of the terminal delivery system under certain conditions of operation of road transport based on logistic principles.*

**Keywords:** terminal delivery system, the intercity, road transport.