

УДК 656.073

Н.Ю. Шраменко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

МАТЕМАТИЧНА ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ У МІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

Запропоновано математичну формалізацію процесу транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників при організації перевезень дрібних партій вантажів зі складського комплексу у міському сполученні, яка враховує технологічні особливості транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників на розвізних маршрутах. Застосування розробленої моделі дозволить здійснити вибір раціональної стратегії транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників, яка полягає в найбільш повному задоволенні вимог вантажовласників щодо умов обслуговування з огляду на раціональне використання ресурсів перевізника та транспортно-експедиторського підприємства.

Ключові слова: транспортно-експедиторське обслуговування, розвізні маршрути, міське сполучення, партія вантажу, витрати, організація перевезення.

Постановка проблеми

Основним завданням транспорту було і залишається своєчасне і якісне задоволення потреб, як підприємств та організацій, так і населення. Так як у містах зростає обсяг перевезень вантажів дрібними партіями, то для забезпечення найбільш раціонального використання рухомого складу, а також скорочення транспортних витрат, велике значення має ефективне управління перевізним процесом.

Практичний досвід організації транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників у містах показує, що значна частина обсягу автомобільних перевезень вантажів у різних галузях здійснюється дрібними відправками. Слід зауважити, що змінилася і структура торговельної мережі, і, отже, на ринку товарів і послуг спостерігається все зростаюча конкурентна боротьба. В ринкових умовах метою є доставка вантажу потрібної якості та кількості в задане місце, в призначений час і з мінімальними витратами. Отже необхідний комплексний логістичний підхід до організації транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників, адже в умовах жорсткої конкуренції будь-яке підприємство повинно бути націлене не тільки на отримання прибутку, а й повністю задовольняти споживача, тобто має гнучко реагувати на попит.

Технічний розвиток, конкуренція, ринкові відносини – все це вимагає нових стандартів організації транспортно-експедиторського обслуговування з врахуванням інтересів як виробників транспортних послуг, так і споживачів. Тобто, з одного боку, треба вирішувати логістичні задачі, а саме оптимізувати транспортний процес, знаходячи внутрішні резерви і зменшуючи загальні затрати. З іншого – створити

умови щодо задоволення вимог споживачів. Слід також враховувати, що на практиці для кожного окремого середовища властиві свої унікальні умови, які дають відбиття на характер функціонування всієї системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Серед багатьох задач організації транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників в містах виділяють особливі задачі планування перевезень дрібних партій вантажів [1-5]. Це обумовлено причинами, серед яких основними є наступні:

- суттєве загострення конкуренції на ринку автотранспортних послуг, що призводить до пошуку нових конкурентних переваг;
- потреба у впровадженні нових технологій транспортного процесу з урахуванням якісно нових стандартів виробництва;
- вагома доля транспортної складової в собівартості продукції, яка доставляється;
- необхідність впровадження ресурсозберігаючих технологій в транспортній галузі;
- транспортно-експедиторське обслуговування здійснюється для великої кількості споживачів, для яких характерний різний рівень попиту і його постійні коливання;
- організація перевезень дрібних партій вантажів в транспортних системах міст пов'язана з аналізом великих масивів даних: кількість постачальників, перевізників і вантажоодержувачів, кількість і вантажопідйомність автомобілів, обсяг попиту за кожним вантажоодержувачем;
- планування розвізних маршрутів пов'язане з необхідністю врахування великої кількості технологічних обмежень: по швидкості і напрямку руху, за часом та ін.).

Деякі вчені пропонують для підвищення ефективності обслуговування вантажовласників в міському сполученні використовувати методи маршрутизації [6], інші ж – логістичні підходи [7-9].

Аналіз публікацій свідчить, що більшість запропонованих дослідниками підходів не містять формалізації, а моделі, що пропонуються, хоча і враховують імовірнісний характер попиту на перевезення, однак інші параметри транспортного процесу вважаються детермінованими.

Отже необхідне удосконалення існуючих та розробка нових науково-практичних рішень, методів і моделей щодо планування та організації розвізних маршрутів для підвищення якості транспортно-експедиторського обслуговування, спрямованого на більш повне задоволення вимог вантажовласників.

Формулювання мети статті

Мета дослідження: математична формалізація процесу організації перевезення вантажів дрібними партіями на розвізних маршрутах зі складського комплексу для вибору раціональної стратегії транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників у міському сполученні.

Виклад основного матеріалу

В результаті аналізу комплексу критеріїв ефективності, які використовуються при рішенні різних задач організації перевезень [10], для даного дослідження обрано критерій, що враховує економічні інтереси всіх суб'єктів – мінімальні питомі витрати на транспортно-експедиторське обслуговування вантажовласників при організації розвізних маршрутів [11].

Питомі витрати на розвезення вантажів дрібними партіями по сформованим маршрутам за добу пропонується розраховувати наступним чином:

$$B_3 = B_{mp} + B_{n/p} + B_{лог} + B_{оф} + B_{ш}, \quad (1)$$

де B_{mp} – витрати на транспортування, грн/доб.;

$B_{n/p}$ – витрати на навантаження-розвантаження дрібних партій, грн/доб.;

$B_{лог}$ – витрати на роботу логіста, грн/доб.;

$B_{оф}$ – витрати на оформлення документів, грн/доб.;

$B_{ш}$ – витрати, пов'язані з несвоєчасною доставкою вантажів, грн/доб.

В результаті формалізації складових витрат запропонованого критерію ефективності (1) отримано цільову функцію, яка передбачає мінімізацію питомих витрат на транспортно-експедиторське обслуговування вантажовласників при організації розвізних маршрутів у міському сполученні:

$$B_3 = L_{зазj} \cdot S_{1кмj} + (t_n^{1г} + t_p^{1г}) \cdot \sum_{i=1}^N q_{fi} \cdot C_{год}^{n/p} + N \cdot t_{13} \cdot C_{лог} + t_{оф}^{mni} \cdot C_{екон} \cdot N + t_{оф}^{nl} \cdot C_{екон} \cdot N_m + \sum_{i=1}^N C_{ш} \cdot q_{fi} \cdot \Delta t_i \rightarrow \min \quad (2)$$

де $L_{зазj}$ – загальна довжина пробігу автомобілів j -ї марки на розвізних маршрутах за добу, км/доб.;

$S_{1кмj}$ – витрати на перевезення, які припадають на 1 км пробігу автомобіля j -ї марки, грн/км;

$t_n^{1г}, t_p^{1г}$ – відповідно час навантаження та розвантаження 1т вантажу, год.;

q_{fi} – розмір i -ї партії вантажу, т;

N – кількість заявок, од./доб.;

$C_{год}^{n/p}$ – вартість простою автомобіля під навантаженням (розвантаженням), грн/год.;

t_{13} – час обробки однієї заявки, год.;

$C_{лог}$ – вартість години роботи логіста, грн/год.;

$t_{оф}^{mni}$ – час на оформлення товарно-транспортної накладної, год.;

$C_{екон}$ – вартість години роботи економіста, грн/год.;

$t_{оф}^{nl}$ – час оформлення подорожнього листа, год.;

N_m – кількість маршрутів, од./доб.;

$C_{ш}$ – штраф за несвоєчасне завезення 1 т вантажу, грн/т;

Δt_i – різниця часу між договірним і фактичним часом заводу i -ї партії вантажу, год.

При цьому слід враховувати обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{l} 3 \leq q_{nj} \leq 6 \\ 10 \leq n_3 \leq 100 \\ q_{f \min} \leq q_{fi} \leq q_{f \max} \\ T_{nj} \leq T_p \\ T_{н/рi} \leq T_{догi} \\ \sum_{i=1}^k q_{fi} \leq q_{nj} \\ \sum_{i=1}^N q_{fi} \leq \sum_{j=1}^f q_{nj} \cdot A_{cj} \end{array} \right. \quad (3)$$

де q_{nj} – вантажність автомобіля j -ї марки, т;

n_3 – кількість пунктів заводу, од./доб.;

$q_{f \min}, q_{f \max}$ – відповідно мінімальне та максимальне значенням партії відправки, т;

T_{nj} – час в наряді автомобіля j -ї марки, год/доб.;

T_p – тривалість роботи транспортно-експедиторського підприємства, год/доб.;

$T_{н/рi}, T_{догi}$ – відповідно фактичний та договірний час на навантаження-розвантаження i -ї партії вантажу, год.;

k – кількість споживачів в сформованому маршруті, од.;

A_{cj} – необхідна кількість автомобілів j -ї марки для роботи на розвізних маршрутах, од./доб.

Перше обмеження обумовлено тим, що на розвізних маршрутах в міському сполученні переважно використовують автомобілі вантажністю не більше 6 т. Друге обмеження обумовлено наявною кількістю вантажовласників, що обслуговуються на транспортно-експедиторському підприємстві. Третє обмеження обумовлено мінімальним та максимальним значенням партії відправки, що характерно для конкретних умов обслуговування. Четверте обмеження визначено з урахуванням існуючих нормативів. П'яте обмеження обумовлено особливостями організації роботи автомобілів на розвізних маршрутах. Шосте та сьоме обмеження враховує характеристики наявного парку рухомого складу підприємства.

В свою чергу, експериментальних досліджень потребують наступні показники:

$$\begin{aligned} L_{зазj} &= f_1(q_{nj}, N), \\ S_{1кмj} &= f_2(q_{nj}, A_{сj}, C_{автоj}, H_{автоj}), \\ N_{м} &= f_3(q_{nj}, N), \\ \Delta t_j &= f_4(q_{nj}, k), \end{aligned} \quad (4)$$

де $C_{автоj}$ – вартість автомобіля j -ї марки, грн;

$H_{автоj}$ – норма витрат палива автомобіля j -ї марки, л/100 км.

Запропонована математична модель може бути покладена в основу регресійного аналізу, враховуючи стохастичні характеристики попиту та випадковий характер певних показників технологічного процесу транспортно-експедиторського обслуговування.

Імітаційні експерименти можуть бути проведені за допомогою розробленого програмного забезпечення «Формування раціональних розвізних (збірних) маршрутів» [12]. В полі програми випадково генерується розміщення клієнтури та терміналу, а також обсяги перевезень і час доставки вантажу клієнтам. Вихідними даними є кількість пунктів заводу N , вимоги вантажоодержувачів щодо кількості вантажу та часу завезення t . Пункти заводу розміщуються випадково, хоча можливе внесення плану місцевості. Результатом є сформовані маршрути та значення загального пробігу на маршрутах за день.

Застосування розробленої моделі дозволяє здійснити вибір раціональної стратегії транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників при організації перевезень зі складського комплексу дрібних партій вантажів у міському сполученні, яка полягає в найбільш повному задоволенні вимог вантажовласників щодо умов обслуговування з огляду на раціональне використання ресурсів перевізника та транспортно-експедиторського підприємства.

Висновки

В якості критерію ефективності запропоновано питомі витрати на транспортно-експедиторське обслуговування вантажовласників при організації розвізних маршрутів, що враховують економічні інтереси всіх суб'єктів: перевізника, вантажовласника, транспортно-експедиторського підприємства.

Розроблено математичну модель вибору раціональної стратегії транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників при організації перевезень дрібних партій вантажів зі складського комплексу в міському сполученні, яка враховує технологічні особливості транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників на розвізних маршрутах. Для врахування стохастичних характеристик попиту та випадковий характер певних показників технологічного процесу транспортно-експедиторського обслуговування модель може бути покладена в основу регресійного аналізу для виявлення впливу технологічних показників на питомі витрати. Імітаційне моделювання процесу розвезення дрібних партій вантажів для великої кількості пунктів заводу та для різних стратегій обслуговування вантажовласників пропонується проводити з використанням розробленого програмного забезпечення.

Напрямок подальших досліджень є проведення моделювання та розробка практичних рекомендацій щодо вибору раціональної стратегії транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників при організації перевезень зі складського комплексу дрібних партій вантажів у міському сполученні.

Література

1. Лукинский В.С. *Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели. Учебное пособие* / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная и др. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 280 с.
2. Горев А. Э. *Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед.* / А. Э. Горев. – 5-е изд. – М.: Академия, 2008. – 288 с.
3. *Грузовые автомобильные перевозки* : / [Учебник для вузов] / Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б., Куликов А. В. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 560 с.
4. Шраменко Н.Ю. *Модель оптимального планирования работы автомобилей на розвізних маршрутах при перевезеннях дрібнопартійних вантажів // Автомобільний транспорт. - Харків: ХНАДУ, 2007. – Вип. 20 – С. 129-132*
5. Нагорный Е.В. *Стратегия формирования городских развозочных маршрутов на оперативный период с учетом неравномерности распределения спроса на специфические грузы* / Е. В. Нагорный, Д.А. Музылев // *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* – 2009. – № 6/4(42). – С. 27–30.
6. Подшивалова К.С. *Повышение эффективности перевозок мелкопартионных грузов автомобильным транспортом: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. Наук : спец. 05.22.10–Эксплуатация автомобильного транспорта* / К.С. Подшивалова. – Волгоград, 2007. – 22 с.
7. Филиппов Д.В. *Управление и оптимизация процесса формирования маршрутов поставок потребительских товаров в распределительных центрах* / автореф. дис.... канд. эконом. наук: спец. 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (логистика) / Д.В. Филиппов. – М.: Гос. ун-т управления, 2012. – 23 с.
8. Вордлоу Д. Л. *Современная логистика: Пер. с англ. / Дэниел Л. Вордлоу, Дональд Ф. Вуд, Джеймс Джонсон, Поль Р. Мерфи.* – Изд. дом «Вильямс», 2002. – 624 с.

9. Нефьодов В.М. Підвищення ефективності автомобільних перевезень партійних вантажів з використанням розподільчих центрів : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.22.01- Транспортні системи / В.М. Нефьодов. – Харків, 2007. – 20 с.
10. Шраменко Н.Ю. Аналіз критеріїв ефективності функціонування логістичних систем при доставці вантажів / Є.В. Назорний, Н.Ю. Шраменко // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – Вип. 28. – с. 353–357
11. Шраменко Н.Ю. Формування раціональної технології транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників у міському сполученні/ Н.Ю. Шраменко, М.М. Мороз/ Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Випуск 2(91). – С. 77-81.
12. Шраменко Н.Ю. Модель вибору раціональної вантажності автомобілів при організації перевезень дрібнопартійних вантажів/ Н.Ю. Шраменко // Вісник ХНАДУ: Сб. науч. тр. - Харків: ХНАДУ, 2015. – Вип. 68 – С. 113-117.

References

1. Lukinskiy V. S., Berezhnaya V. I., Berezhnaya E. V. and others. (2002). *Logistics of truck transport: concepts, methods, models.* [Textbook], M., Finance and Statistics, 280 p.
2. Gorev A. E. (2008). *Freight transport by road.* [studies. Guide for students. Executive. Proc. Head.], Moscow, Academy, 288 p.
3. Velmozhin A. V., Gudkov V. A., Mirotn L. B., Kulikov A.V. (2007). *Freight motor-car transportations.* [Textbook for institutions of higher learning], M., Goryachaya liniya - Telekom, 560 p.
4. Shramenko N. U. (2007). *Operational planning model of road-vehicle operation on carry routes at cargo transportation by fine parties.* *Automobile transport*, 20, 129-132
5. Nagorny E.V., Muzilev D.A. (2009). *Strategy of forming of municipal развозочных routes on an operative period taking*

- into account the unevenness of distribution of demand on the specific loads.* *The Eastern-European magazine of front-rank technologies*, 6/4 (42), 27–30.
6. Podshivalova K.S. (2007). *Increase of efficiency of transportations of smallportions loads by a motor transport.* *Autoreferat, special.* 05.22.10 «Exploitation of motor transport», Volgograd, 22 p.
7. Filippov D. V. (2012). *Management and optimization of the process of forming the supply routes of consumer goods distribution centers.* *Autoreferat, special.* 08.00.05 «Economy and management of national economy (logistics)», M., 23 p.
8. Wardlow D. L., Wood Donald F., Johnson James, Murphy P. (2002). *Modern logistic: Trudged. with an eng.,* Publ. house "Williams", 624 p.
9. Nefyodov V. N. (2007). *Raise of efficiency of lot cargoes automobile transportation with the use of distribution centers.* *Autoreferat, special.* 05.22.01 «Transportation systems», Kharkiv, 20 p.
10. Shramenko N. U., Nagorny E.V. (2010). *An analysis of criteria of efficiency of functioning of the logistic systems is at delivery of loads.,* *Scientific notes, Lutsk, LNTU*, 28, 353-357.
11. Shramenko N. U., Moroz M. M. (2015). *Formuvannya ratsionalnoï tehnologiiï freight ekspeditsiyynogo obslughovuvannya vantazhovlasnikiv have miskomu spoluchenni.* *Visnyk Kremenchutskogo natsionalnogo universitetu im. M. Ostrogradskogo, Kremenchuk*, 2(91), 77-81.
12. Shramenko N. U. (2015). *The model of selection of rational vehicle load at small-lot cargo transportation.* *Announcer of KhNADU*, 68, 113-117.

Автор: ШРАМЕНКО Наталя Юріївна
доктор технічних наук, доцент, професор кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет м. Харків, вул. Петровського, 25
E-mail – nshramenko@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИТОРСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦЕВ В ГОРОДСКОМ СООБЩЕНИИ

Н.Ю. Шраменко

Предложена математическая формализация процесса транспортно-экспедиторского обслуживания грузовладельцев при организации перевозок мелких партий грузов со складского комплекса в городском сообщении, которая учитывает технологические особенности транспортно-экспедиторского обслуживания грузовладельцев на развозочных маршрутах. Применение разработанной модели позволит осуществить выбор рациональной стратегии транспортно-экспедиторского обслуживания грузовладельцев, которая заключается в наиболее полном удовлетворении требований грузовладельцев относительно условий обслуживания с учетом рационального использования ресурсов перевозчика и транспортно-экспедиторского предприятия.

Ключевые слова: транспортно-экспедиторское обслуживание, развозочные маршруты, городское сообщение, партия груза, затраты, организация перевозки.

MATHEMATICAL FORMALIZATION OF THE PROCESS FORWARDING SERVICES OF CARGO OWNERS IN LOCAL TRANSPORT

N. Shramenko

As a criterion for the effectiveness of proposed specific costs for forwarding service cargo owners in the organization delivery routes that take into account the economic interests of all actors: the carrier, the owner of the cargo, freight forwarding companies. A mathematical model of choice rational strategy freight forwarding services in the organization of the owners of the cargo transport of small consignments from a warehouse complex in the city report, which takes into account the technological features of transport-forwarding services on cargo owners delivery routes. Application of the developed model will allow for the selection of a rational strategy for freight forwarding services of cargo, which is to the fullest satisfaction of the cargo on the conditions of service, taking into account the rational use of resources of the carrier and freight forwarding company.

Key words: freight forwarding services, carry routes, urban communication, party of load, expense, organization of transportation.