

УДК 656.135.2

ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ У МІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

Н. Ю. Шраменко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
вул. Петровського, 25, г. Харків, 61002, Україна. E-mail: nshramenko@gmail.com

М. М. Мороз

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: mykolai.moroz@gmail.com

Розроблено методику формування раціональної технології транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників, що передбачає визначення раціональної області застосування певної вантажності та моделі автомобіля для роботи на розвізних маршрутах міста та розроблено практичні рекомендації. Критерієм ефективності обрано мінімальні загальні витрати на міських розвезеннях дрібнопартійних вантажів за добу. Визначено, що розмір партії вантажу підпорядковується нормальному закону розподілу випадкової величини, час навантаження та розвантаження 1 т вантажу – експоненційному закону. Проведено регресійний аналіз та отримано функцію залежності загальних витрат на розвезення дрібнопартійних вантажів за добу від кількості клієнтів, при різному значенні середнього розміру партії вантажу та номінальної вантажності автомобілів, що працюють на розвізних маршрутах, які дозволяють визначити раціональні області використання певної марки автомобіля залежно від кількості клієнтів для відповідного значення середнього розміру партії вантажу.

Ключові слова: транспортно-експедиційне обслуговування, розвізні маршрути, міське сполучення, дрібнопартійні вантажі.

ФОРМИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦЕВ В ГОРОДСКОМ СООБЩЕНИИ

Н. Ю. Шраменко

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (ХНАДУ)
ул. Петровского, 25, г. Харьков, 61002, Украина. E-mail: nshramenko@gmail.com

Н. Н. Мороз

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: mykolai.moroz@gmail.com

Разработано методику формирования рациональной технологии транспортно-экспедиционного обслуживания грузовладельцев, которая предусматривает определение рациональной области применения определенной грузоподъемности и модели автомобиля для работы на развозных маршрутах города и разработаны практические рекомендации. В качестве критерия эффективности выбраны минимальные общие затраты на городских развозках мелкопартийных грузов за сутки. Определено, что размер партии груза подчиняется нормальному закону распределения случайной величины, время погрузки и разгрузки 1 т груза – экспоненциальному закону. Проведен регрессионный анализ и получена функция зависимости общих затрат на развозку мелкопартийных грузов за сутки от количества клиентов при разном значении среднего размера партии груза и номинальной грузоподъемности автомобилей, работающих на развозных маршрутах, позволяющих определить рациональные области использования определенной марки автомобиля в зависимости от количества клиентов для соответствующего значения среднего размера партии груза.

Ключевые слова: транспортно-экспедиционное обслуживание, развозные маршруты, городское сообщение, мелкопартийные грузы.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сучасному етапі розвитку в Україні все більше підприємств використовують логістичні концепції такі як: планування поставок «точно в термін», скорочення запасів тощо. Це призвело до зменшення розмірів поставок і збільшення частки дрібнопартійних вантажів у загальному обсягу перевезень. Ця тенденція найбільше простежується при перевезеннях вантажів у міському сполученні.

Сучасна практика перевезень дрібнопартійних вантажів характеризується невеликими обсягами перевезення на адресу одного вантажоодержувача, а кількість пунктів призначення протягом доби може досягати від декількох десятків до декількох сотень. Задача маршрутизації є однією з основних задач, які розв'язуються при плануванні перевезень дрібнопартійних вантажів у містах, від раціонального рі-

шення якої багато в чому залежать ефективність використання рухомого складу та витрати на перевезення.

Для якісного транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників у перевезенні вантажів, необхідно не тільки доставити зазначений обсяг вантажу, але й зробити це в певний час, що ускладнює формування розвізних маршрутів та вибір раціональної вантажності автомобілів, що виконують перевезення.

Зважаючи на те, що частка дрібнопартійних вантажів у загальному обсязі перевезень неухильно зростає, а рівень їх організації недостатньо ефективний, необхідно здійснювати пошук нових науково-практичних рішень, методів і моделей оптимізації процесу перевезення.

У результаті аналізу процесу організації дрібно-

партіонних перевезень у містах визначено низку недоліків: формування нерациональних маршрутів; неврахування вимог клієнтів щодо часу завезення вантажу; застосування на розвізних маршрутах автомобілів нерациональної вантажності.

Для вирішення задач маршрутизації для розвізних, збірних і розвізно-збірних маршрутів науковці пропонують використовувати різноманітні методи [1]. Однак існуючі методи не передбачають наявності великої кількості клієнтів, що обслуговуються (порядку 100 і більше). При застосуванні ж класичних наближених методів для вказаних умов погрішність обчислень дуже велика, а час обчислення дуже значний, тобто вони не гарантують результативність за прийнятний час. Більшість методів формування розвізних маршрутів базуються на визначенні найкоротших маршрутів, однак не враховують пріоритетність клієнтів та будь-які стратегії їхнього обслуговування [2].

На основі аналізу наукових розробок вчених [3–8], а також досвіду транспортного обслуговування вантажовласників транспортно-експедиційними підприємствами можна зробити висновок, що оцінка транспортного обслуговування вантажовласників у міському сполученні частіше всього здійснюється тільки з позиції перевізників, а інтереси вантажовідправників та вантажоодержувачів щодо часу вивезення (завезення) вантажу відходять на другий план або залишаються повністю неврахованими, що свідчить про погіршення якості транспортного обслуговування.

Аналіз літературних джерел свідчить, що рівень організації дрібнопартіонних перевезень недостатньо ефективний, більшість існуючих моделей організації транспортного процесу практично не враховують необхідність досягнення компромісу та рівноваги економічних інтересів усіх учасників транспортного процесу.

Необхідно здійснювати пошук нових науково-практичних рішень, розробляти та удосконалювати існуючі підходи та моделі щодо планування та організації розвізних маршрутів для скорочення використання ресурсів автотранспортного підприємства, підвищення якості транспортно-експедиційного обслуговування, що обумовить формування гнучкої тарифної політики транспортних підприємств, спрямованої на більш повне задоволення вимог вантажовласників.

Мета роботи – формування рациональної технології при організації перевезень дрібнопартіонних вантажів у міському сполученні за рахунок вибору марки та вантажності автомобілів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Варіаційні й деякі натуральні показники можуть характеризувати зміни, що відбуваються як в окремо взятих системах транспортування, виробництва й споживання, так і сумарно, тобто інтегральний ефект.

Критерієм ефективності обрано мінімальні загальні витрати на розвезення дрібнопартіонних вантажів за добу:

$$B_z = f(q_n, N, \bar{q}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де q_n – номінальна вантажність автомобілів, які використовуються для роботи на розвізних маршрутах, т; N – кількість споживачів, од.; \bar{q} – середній розмір партії вантажу, т.

Отже, необхідно визначити який вплив на загальні витрати на розвезення дрібнопартіонних вантажів за добу мають номінальна вантажність автомобілів, що працюють на розвізних маршрутах, кількість клієнтів, а також середній розмір партії вантажу.

Для моделювання об'єкту дослідження обрано імітаційне моделювання, оскільки переважна кількість параметрів перевезення дрібнопартіонних вантажів у міському сполученні є випадковими величинами. Цей метод моделювання дозволить більш точно врахувати характер внутрішніх процесів, розглянути стан системи в різних умовах.

На прикладі транспортно-експедиційного підприємства, що здійснює організацію перевезень дрібнопартіонних вантажів в м. Харкові, проведено статистичні дослідження. Визначено, що розмір партії вантажу підпорядковується нормальному закону розподілу випадкової величини з параметрами $a = 0,491$ т, $\sigma = 0,2$ т; час навантаження 1 т вантажу – експоненційному закону розподілу випадкової величини з параметром $b = 0,049$ год.; час розвантаження 1 т вантажу – експоненційному закону розподілу випадкової величини з параметром $b = 0,048$ год.

Виходячи з того, що найчастіше перевезення дрібнопартіонних вантажів здійснюється бортовими тентованими автомобілями та фургонами вантажністю від 3 до 6 т, обрано 15 альтернативних марок автомобілів [9]. В результаті співставлення лінійних норм витрат палива та цін автомобілів з урахуванням їх найменших значень для імітаційного моделювання обрано три марки автомобіля: Foton BJ 1049, Hyundai HD–72 і КАМАЗ 4308–6064–79(С3).

Визначено рівні варіювання вхідних факторів: вантажність автомобіля – [3; 6] т; кількість клієнтів – [10; 100] од.; середній розмір партії вантажу – [0,241; 0,741] т. Для проведення імітаційного експерименту розроблено план експерименту Плакета–Бермана, кількість серій складає 90 одиниць.

Імітаційні експерименти проведено за допомогою розробленого програмного забезпечення, відмінною особливістю якого є формування рациональних розвізних (збірних) маршрутів при перевезенні дрібнопартіонних вантажів у міському сполученні для великої кількості замовників. У полі програми випадково генерується розміщення клієнтури та терміналу, а також обсяги перевезень і час доставки вантажу клієнтам.

Результатом є сформовані маршрути та значення загального пробігу на маршрутах за добу L_z . Спираючись на результати дослідження [10], формування маршрутів проводилося з урахуванням нежорстких часових вимог споживачів.

Для визначення рациональної області застосування на розвізних маршрутах кожної марки авто-

мобіля залежності від кількості клієнтів проведено імітаційне моделювання та отримано регресійні мо-

делі для середнього розміру партії вантажу в 0,241; 0491 і 0,741 т (табл. 1).

Таблиця 1 – Регресійні моделі загальних витрат на розвезення дрібнопартійних вантажів за добу залежно від кількості клієнтів для кожної марки автомобіля при різному значенні середнього розміру партії вантажу

Середній розмір партії вантажу, т	Марка автомобіля	Вид функції	Регресійна модель
0,241	Foton BJ 1049	Експоненційна	$B_z = 502,06 \cdot e^{0,0229N}$
	Hyundai HD-72	Експоненційна	$B_z = 512,13 \cdot e^{0,021N}$
	КАМАЗ 4308-6064-79(C3)	Експоненційна	$B_z = 640,73 \cdot e^{0,019N}$
0,491	Foton BJ 1049	Ступенева	$B_z = 33,788 \cdot N^{1,1348}$
	Hyundai HD-72	Ступенева	$B_z = 44,832 \cdot N^{1,0327}$
	КАМАЗ 4308-6064-79(C3)	Експоненційна	$B_z = 715,09 \cdot e^{0,0229N}$
0,741	Foton BJ 1049	Ступенева	$B_z = 28,993 \cdot N^{1,2632}$
	Hyundai HD-72	Ступенева	$B_z = 35,997 \cdot N^{1,1736}$
	КАМАЗ 4308-6064-79(C3)	Експоненційна	$B_z = 756,58 \cdot e^{0,028N}$

Розглянуто наступні види залежностей регресійних моделей: експоненційна, поліноміальна та ступенева.

Оскільки розмір партії вантажу підпорядковується нормальному закону розподілу випадкової величини, то згідно з правилом «трьох сигм» 99,7 % значень випадкової величини потрапляють в інтервал $[a-3\sigma; a+3\sigma]$.

В імітаційному моделюванні для генерації розміру партії вантажу значення її середньоквадратичного відхилення дорівнює $\sigma = 0,042$ т. З урахуванням цього встановлено діапазони варіювання розміру i -ї партії вантажу q_{fi} залежно від значення середнього розміру партії вантажу \bar{q} :

при $\bar{q} = 0,241$ т – $q_{fi} \in [0,05; 0,38]$ т;

при $\bar{q} = 0,491$ т – $q_{fi} \in (0,38; 0,62)$ т;

при $\bar{q} = 0,741$ т – $q_{fi} \in [0,62; 1,0]$ т.

Згідно з регресійними моделями (табл. 1) отримано графіки, що є апроксимованими значеннями загальних витрат на розвезення дрібнопартійних вантажів за добу при різній кількості клієнтів і різному значенні середнього розміру партії вантажу для альтернативних марок автомобілів. Приклад наведено для середнього розміру партії вантажу 0,491 т (рис. 1).

Отже отриманні графіки (рис. 1) дозволяють визначити раціональні області застосування певної марки автомобіля залежно від кількості клієнтів для роботи на розвізних маршрутах (табл. 2).

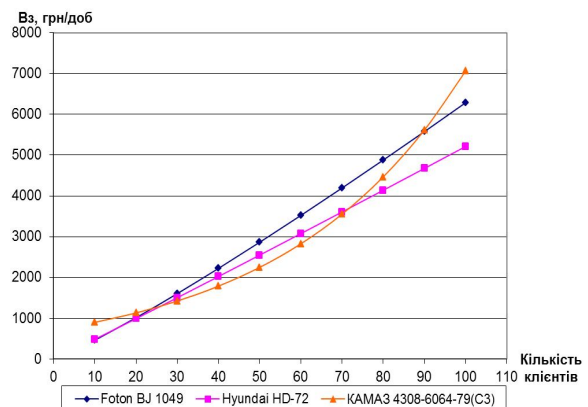


Рисунок 1 – Графіки залежності загальних витрат на розвезення вантажів за добу від кількості клієнтів при середньому розмірі партії вантажу 0,491 т

Таким чином, для покращення ефективності роботи транспортно-експедиційного підприємства рекомендується:

- застосовувати сучасні методи формування розвізних маршрутів для великої кількості замовників, що дають найменшу похибку при оптимізації загального пробігу;

- здійснювати вибір раціональної вантажності автомобілів при роботі на розвізних маршрутах в залежності від середнього розміру партії вантажу та кількості вантажовласників, що обслуговуються (табл. 2);

- передбачати застосування диференційованих тарифів для можливості задоволення вимог вантажовласників щодо терміну доставки вантажів;

– враховувати інтереси вантажовласників при виборі стратегії формування розвізних маршрутів в умовах невизначеності та ризику з постійно зміню-

ваним попитом, що сприятиме підвищенню рівня якості транспортного обслуговування.

Таблиця 2 – Раціональні автомобілі залежно від кількості клієнтів та середнього розміру партії вантажу

Середній розмір партії вантажу, т	Кількість клієнтів	Рекомендований автомобіль	
		Марка автомобіля	Вантажність, т
0,241	10	Foton BJ 1049	3,0
	11–100	Hyundai HD–72	4,2
0,491	10–15	Foton BJ 1049	3,0
	16–26	Hyundai HD–72	4,2
	27–71	КАМАЗ 4308–6064–79(С3)	6,0
	72–100	Hyundai HD–72	4,2
0,741	10,11	Foton BJ 1049	3,0
	12–23	Hyundai HD–72	4,2
	24–68	КАМАЗ 4308–6064–79(С3)	6,0
	69–100	Hyundai HD–72	4,2

ВИСНОВКИ. Розроблено методику формування раціональної технології транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників, що передбачає застосування раціональної вантажності та моделі автомобіля для роботи на розвізних маршрутах. Як критерій ефективності роботи автомобілів на розвізних маршрутах запропоновано мінімальні загальні витрати на розвезення дрібнопартійних вантажів за добу.

На прикладі транспортно-експедиційного підприємства визначено закони розподілу випадкових величин процесу розвезення дрібнопартійних вантажів та їх параметри: розмір партії вантажу підпорядковується нормальному закону з математичним очікуванням 0,491 т та із середньоквадратичним відхиленням 0,2 т; час навантаження 1 т вантажу – експоненційному закону із середнім значенням 0,049 год.; час розвантаження 1 т вантажу – експоненційному закону із середнім значенням 0,048 год.

Обґрунтовано вибір альтернативних марок автомобілів різної вантажності для імітаційного експерименту: Foton BJ 1049, Hyundai HD–72 та КАМАЗ 4308–6064–79(С3). Використовуючи результати імітаційного експерименту, отримано регресійну модель, що найточніше описує залежність загальних витрати на розвезення дрібнопартійних вантажів за добу від номінальної вантажності автомобілів, кількості клієнтів і середнього розміру партії вантажу. Також отримано регресійні моделі, що дозволяють визначити раціональні області використання певної марки автомобіля залежно від кількості клієнтів, що обслуговуються, при відповідному значенні середнього розміру партії вантажу.

Розроблено практичні рекомендації щодо формування ресурсозберігаючої технології роботи автомобілів на розвізних маршрутах. При цьому запропоновано раціональні області застосування відповідних марок автомобілів залежно від кількості клієнтів і середнього розміру партії вантажу. Так, при середньому розмірі партії вантажу 0,491 т для обслуговування від 10 до 16 клієнтів доцільно використовувати автомобіль Foton BJ 1049 вантажністю 3 т, від 16 до 27 та більше 71 клієнтів – Hyundai HD–72

вантажністю 4,2 т, від 27 до 72 клієнтів – КАМАЗ 4308–6064–79(С3) вантажністю 6 т.

Подальші дослідження слід спрямувати на врахування умов невизначеності та ризику при прийнятті управлінських рішень під час організації дрібнопартійних перевезень вантажів на розвізних маршрутах у містах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лучко М.І., Фатєєв М.І. Удосконалення транспортного обслуговування збірних та розвізних маршрутів у логістичному ланцюгу постачань // Вісник СХУ ім. В. Даля: науковий журнал. – 2010. – № 4, част. 2. – С. 120–126.
2. Шраменко Н.Ю. Методи маршрутизації при дрібнопартійних перевезеннях в транспортних системах міст та шляхи їх удосконалення // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. збірник. – 2009. – № 86. – С. 364–367.
3. Приклад розв'язання транспортної задачі за критерієм часу / Г.С. Прокудін, О.М. Дзюба, С.О. Білоус / Вісник ТАУ та НТУ. – К.: ТАУ, НТУ. – 2006. – № 11. – С. 367–373.
4. Васильєв С.А. Разработка методики перевозки мелкопартийных грузов автомобильным транспортом с учетом вероятностных факторов: автореф. дис...канд. техн. наук: спец. 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта / Васильєв С.А. – Санкт-Петербург, 2009. – 22 с.
5. Прокофьева О.С. Разработка методики оптимизации развозочных маршрутов: автореф. дис...канд. техн. наук: спец. 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта / Прокофьева О.С. – Иркутск: ИГТУ, 2004. – 20 с.
6. 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)/ Филиппов Д.В. – М.: Гос. ун-т управления, 2012. – 23 с.
7. Подшивалова К.С. Повышение эффективности перевозок мелкопартийных грузов автомобильным

транспорт: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.10 – Експлуатація автомобільного транспорту / Подшивалова К.С. – Волгоград, 2007. – 22 с.

8. Шептура О.М. Підвищення ефективності автомобільних перевезень партійних вантажів при змінному попиті на перевезення: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.22.01 – Транспортні системи / Шептура О.М. – Харків, 2004. – 18 с.

9. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. – Офіц. вид. – К.: ГРІФРЕ: Міністерство інфраструктури України, 2012. – 85 с.

10. Вибір оптимальної стратегії обслуговування вантажовласників на розвізних маршрутах / Н.Ю. Шраменко, А.В. Галаган // Вестник ХНАДУ. – 2009. – № 44. – С. 78–82.

FORMATION OF RATIONAL TECHNOLOGY OF FORWARDING SERVICE OF THE CARGO OWNERS IN THE URBAN COMMUNICATION

N. Shramenko

Kharkov National Automobile and Highway University
vul. Petrovs'kogo, 25, Kharkov, 61002, Ukraine. E-mail: nshramenko@gmail.com

M. Moroz

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: mykolai.moroz@gmail.com

It is developed the formation technique of rational technology of transport-forwarding service of the cargo owners, which provides definition of rational usage area of the certain carrying capacity and certain automobile types for the exploitation on city carry routes. Also the practical recommendations are developed. The minimal general expenses on urban carrying of small cargo set per one day is chosen as an efficiency criterion. It is determined, that the size of a cargo set submits to the normal distribution law of random value, loading and unloading time of 1 ton of a cargo – to the exponential law. It is carried out the regress analysis and it is received the function of dependence of general expenses on carrying the small cargo set for one day from quantity of the clients, at different values of the average cargo size and nominal carrying capacity of automobiles, which work on carry routes, that allow to determine rational usage areas of the certain automobile type depending on quantity of the clients for the appropriate value of the average cargo size.

Key words: transport-forwarding service, carry routes, urban communication, small set of cargoes.

REFERENCES

1. Luchko, M.I. and Fateev, M.I. (2010), "Improving transport service teams and rozviznyh routes in the logistics supply chain", *Visnik of the Volodymyr Dal East Ukrainian National University*, no. 4, part 2, pp. 120–126.

2. Shramenko, N.Yu. (2009), "Routing Methods in small cargo set traffic in urban transport systems and ways to improve them", *Kommunalnoe hozyajstvo gorodov*, no. 86, pp. 364–367.

3. Prokudin, G.S., Dzuba, O.M. and Bilous, S.O. (2006), "An example of the transportation problem by Criteria time", *Visnik TAU and HTU*, no. 11, pp. 367–373.

4. Vasiliev, S.A. (2009), "Development of methodology for small-lot carriage of goods by road with the probability factors", Thesis abstract for Cand. Sc. (Engineering.), 05.22.10, St. Petersburg, Russia.

5. Prokofieva, O.S. (2004), "Development of methodology for optimizing the delivery routes", Thesis abstract for Cand. Sc. (Engineering.), 05.22.10, Irkutsk, Russia.

6. Filipov, D.V. (2012), "Management and optimiza-

tion of the formation process of routes for goods consuming in the distribution centers", Thesis abstract for Cand. Sc. (Econ.), 08.00.05, Moscow, Russia.

7. Podshivalova, K.S. (2007) "Improving the efficiency of small-lot shipments of goods by road", Thesis abstract for Cand. Sc. (Engineering.), 05.22.10, Volgograd, Russia.

8. Sheptura, O.M. (2004), "Increasing of the efficiency of road transporting of cargo sets at a variable transportation demand", Thesis abstract for Cand. Sc. (Engineering.), 05.22.01, Kharkov, Ukraine.

9. *Normi vitrat paliva i mastil'nih materialiv na avtomobil'nomu transporti* [The norms of fuel and lubricants for road transport] (2012), Official edition of Ministry of Infrastructure of Ukraine, GRIFRE, Kyiv, Ukraine.

10. Shramenko, N.Yu. and Galagan, A.V. (2009), "Choosing of the optimal strategy of cargo service on delivery routes", *Visnik HNADU*, no. 44, pp. 78–82.

Стаття надійшла 10.03.2015.