

¹ Доцент, Кафедра транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002, Україна. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9545-5002>

* Автор, відповідальний за листування: potaman81@ukr.net

ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ДОСТАВКИ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ

Формування раціональної маршрутної мережі сприяє своєчасному і безперебійному виконанню поставок продукції та більш ефективній взаємодії організацій-постачальників, організацій-одержувачів та автотранспортних організацій. Однак у даний час все більшого значення починають набувати питання підвищення рівня транспортного обслуговування клієнтів, які в ринкових умовах господарювання тісно пов'язані з проблемою сервісу і якості надання послуг. Під якістю перевезень слід розуміти здатність автотранспортної галузі задовольняти потреби підприємств і населення в транспортному обслуговуванні з мінімальними витратами. Таким чином, постає питання формування раціональної маршрутної мережі, яка б підвищувала якість обслуговування клієнтів з мінімальними витратами. Використання економіко-математичних методів та інформаційних технологій при формуванні раціональної маршрутної мережі дозволяє отримати синергетичний ефект, а саме при зниженні загальних витрат, підвищити рівень якості обслуговування. Формування раціональної маршрутної мережі за запропонованим алгоритмом дозволяє визначити витрати на доставку вантажів та рівень обслуговування вантажовласників при зазначеній кількості диспетчерів та автомобілів на підприємстві та надати підприємствам практичні рекомендації по кількості диспетчерів та автомобілів, необхідних для задоволення потреб клієнтів зі зменшенням витрат на доставку та підвищенням рівня якості обслуговування.

Ключові слова: маршрутна мережа, вантажовідправник, вантажоодержувач, тарно-штучні вантажі, регресійна модель, загальні витрати, рівень якості.

Вступ. Формування раціональної маршрутної мережі дозволяє точно визначити обсяг перевезень та кількість автомобілів, що здійснюють ці перевезення з постачальницько-збутових підприємств, сприяє скороченню простою автомобілів під навантаженням і розвантаженням, ефективному використанню рухомого складу. Також формування раціональної маршрутної мережі дозволяє підвищити продуктивність автомобілів при одночасному зниженні кількості рухомого складу, що надходить на підприємство при тому ж обсязі перевезень [1-2].

Якщо використовуються раціональні маршрути при доставці вантажів та дотримуються строки поставки вантажів, то запаси споживачів можуть скорочуватися в 1,5-2 рази, що забезпечить зменшення витрат на складування. Необхідність формування раціональної маршрутної мережі обґрунтовується і тим, що створені маршрути дають можливість складати проекти поточних планів та оперативних заявок на транспорт, які виходять з оперативних даних щодо обсягів перевезень [3].

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми. Формування раціональної маршрутної мережі забезпечує рух автомобілів за раціональним (оптимальним) маршрутом, це дає можливість зменшити пробіги без вантажу, збільшити коефіцієнт використання пробігу і продуктивність рухомого складу, а також збільшити рентабельність перевезень [4].

Існує багато методів рішення задач по формуванню раціональної маршрутної мережі доставки вантажів, деякі з них представлені в таблиці 1.

Використанням точних методів займалися такі автори як Міллер С, Таккер А, Белман Р, Хелд Й, Кари Р та інші. Найбільшим недоліком при використанні таких методів є те, що при збільшенні пунктів об'їзду іноді рішення задачі стає неможливим [5].

Таблиця 1. Методи формування раціональної маршрутної мережі

Назва методу	Різновид методу
Точні методи	Динамічне програмування Цілочисельне програмування Метод гілок і меж
Наближенні методи	Метод випадкового пошуку Метод локальної оптимізації Модифікації точних методів Евристичні методи

Використанням наближених методів займалися Бакаєв О.О., Воркут А.І., Геронімус Б.Л., Житков В.І., Ловецький С.Є., Панов С.А., Просов С.Н. та інші. Аналіз виконаних робіт показує, що найбільш широкого застосування отримали методи агрегування початкової інформації, що передбачають зведення декількох пунктів регіону в один. Але слід відмітити, що поки не існує формалізованих правил агрегування [6-9].

В роботі [10] автором наведені результати визначення найбільш ефективних методів оперативного планування перевезення вантажів малими партіями в визначених сферах транспортного обслуговування.

Дослідження [11] присвячені визначенню закономірності впливу змінного попиту на результативність процесу перевезень, що сприяє підвищенню ефективності планування і управління транспортною системою доставки тарно-штучних вантажів у складних умовах великих міст.

Таким чином, аналіз існуючих досліджень доводить актуальність напрямку підвищення ефективності доставки вантажів за рахунок використання раціональної маршрутної мережі.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності роботи транспортно-експедиторських підприємств за рахунок формування раціональної маршрутної мережі доставки тарно-штучних вантажів автомобілями ФОП «Луценко».

В роботі поставлені задачі по проведенню теоретичних та експериментальних досліджень по формуванню раціональної маршрутної мережі доставки тарно-штучних вантажів та проведенню аналізу отриманих результатів дослідження.

Матеріали та методи дослідження. Одним із значних об'єктів докладання економіко-математичних методів та комп'ютерної техніки є автомобільний транспорт. З виникненням ринкових відносин докорінно змінився характер і умови роботи підприємств, що займаються вантажоперевезеннями. Широкий розвиток набула робота транспортно-експедиційних компаній, які дали можливість зосередити в руках автотранспортників інформацію про майбутні перевезення [12,13].

Економіко-математичні методи планування є засобом, що дає основу для вирішення багатьох важких проблем планування і управління. Застосування інформаційних технологій дозволяє здійснювати розрахунки зі складання оптимальних планів, визначаючи найкращий варіант з можливих [14, 15].

Одним з найважливіших завдань при розрахунку витрат доставки вантажів є складання оптимальних маршрутів руху рухомого складу. Завдання складання раціональних маршрутів є особливо актуальним, так як доставка тарно-штучних вантажів у логістичній системі є значно дорожчою, ніж доставка масових вантажів.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

Для формування раціональної маршрутної мережі доставки тарно-штучних вантажів у якості критерію ефективності в дослідженні прийняті загальні витрати ($Z_{заг}$) та рівень обслуговування (R)

$$\begin{cases} Z_{заг} = f(N_d, N_a) \rightarrow \min, \\ R = f(N_d, N_a) \rightarrow \max. \end{cases} \quad (1)$$

де N_d – кількість диспетчерів, осіб;

N_a – кількість автомобілів, од.

При цьому цільова функція буде представлена залежністю

$$\begin{cases} Z_{заг} = f(\tilde{Q}, \tilde{I}, [\tilde{N}_o, \tilde{N}_n]) \rightarrow \min, \\ R = f(\tilde{Q}, \tilde{I}, [\tilde{N}_o, \tilde{N}_n]) \rightarrow \max. \end{cases}, \quad (2)$$

де \tilde{Q} – обсяг партії вантажу, т;

\tilde{I} – інтервал надходження заявки, год.;

$[\tilde{N}_o, \tilde{N}_n]$ – регіон вантажовідправника та вантажоодержувача відповідно.

Обсяг партії вантажу, інтервал надходження заявки, регіон вантажовідправника та вантажоодержувача є випадковими величинами, оскільки ми не можемо з впевненістю сказати, які значення будуть приймати ці величини, так як попит на перевезення, інтервал надходження заявки не є постійними величинами, та залежать від багатьох факторів. Регіон вантажовідправника та вантажоодержувача також виступають випадковими величинами, оскільки ми не в змозі стверджувати в якому з представлених регіонів виникне необхідність перевезення вантажів.

Розглянемо випадок, коли відомі регіони вантажовідправника та вантажоодержувача, які можуть знаходитись в інтервалі від 1 до 4, тоді цільова функція матиме вигляд

$$\begin{cases} Z_{заг} = f(N_d, N_a, \tilde{Q}, \tilde{I}) \rightarrow \min, \\ R = f(N_d, N_a, \tilde{Q}, \tilde{I}) \rightarrow \max. \end{cases}, \quad (3)$$

Система обмежень для цільових функцій матиме вигляд

$$\begin{cases} N_d \geq 0; \\ N_a \geq 0, N_a \leq A_c; \\ \tilde{Q} \geq 0, \tilde{Q} < q_n^{\max}; \\ [\tilde{N}_o, \tilde{N}_n] = \{1...4\}; \end{cases}, \quad (4)$$

де \tilde{Q} – обсяг вантажів для перевезення, т;

q_n^{\max} – максимальна вантажопідйомність автомобіля, т;

A_c – облікова кількість автомобілів на АТП, од.

Для визначення відстані доставки наносимо територію України в масштабі на систему координат, приймаємо що довжина країни складає 1000 км, а ширина – 700 км. Так як в даній роботі прийнято, що територія України поділена на 4 регіони, отже після нанесення на систему координат кожний регіон отримує свої координати, а саме:

1 регіон (18; 6),

2 регіон (10; 3),

3 регіон (10; 9),

4 регіон (3; 6).

Для проведення розрахунків відстані доставки використовуємо наступну залежність

$$L_{i-j} = \sqrt{((x_i - x_j) \cdot \mu_x)^2 + ((y_i - y_j) \cdot \mu_y)^2}, \quad (5)$$

де μ_x – параметр масштабу по осі X ,

μ_y – параметр масштабу по осі Y .

Для подальших розрахунків приймаємо $\mu_x = 50$, а $\mu_y = 58,3$.

Алгоритм формування маршрутів складається з наступних етапів.

На першому етапі виконується оцінка попиту на перевезення, тобто проводиться формування сукупності заявок на перевезення: визначається регіон вантажовідправника та вантажоодержувача, цільові елементи, обсяги відправлення.

На другому етапі вирішується транспортна задача. Загальні витрат на доставку тарноштучного вантажу визначаються таким чином

$$Z_{заг} = Z_{1-3} + Z_4 \quad (6)$$

де Z_{1-3} – витрати на виконання процесу надходження заявки, процесу опрацювання заявки та процесу оформлення документації, грн.;

Z_4 – витрати на виконання процесу доставки вантажу, грн.

Витрати на виконання процесу надходження заявки, процесу опрацювання заявки та процесу оформлення документації

$$Z_{1-3} = Z\Pi_d \cdot N_d \quad (7)$$

де $Z\Pi_d$ – заробітна платня одного диспетчера, грн.;

N_d – кількість диспетчерів, од.

Витрати на виконання процесу доставки вантажу

$$Z_4 = Z_{пост} + Z_{зм} + Z_{нр} + Z_{фор} + Z_{ом}, \quad (8)$$

де $Z_{зм}$ – змінна складова витрат на транспортування вантажу, грн.;

$Z_{пост}$ – постійна складова витрат на транспортування вантажу, грн.;

$Z_{нр}$ – витрати на навантаження - розвантаження, грн.;

$Z_{фор}$ – витрати на формування маршруту, грн.;

$Z_{ом}$ – витрати на заморожування грошових коштів, грн.

$$Z_{пост} = S_{1ч} \cdot t_d, \quad (9)$$

де $S_{1ч}$ – постійна складова собівартості транспортування, грн./год.;

t_d – час доставки, год.

Змінна складова витрат на перевезення

$$Z_{зм} = S_{1км} \cdot L, \quad (10)$$

де $S_{1км}$ – змінна складова собівартості транспортування, грн./км;

L – відстань доставки, км.

Витрати на навантаження - розвантаження

$$Z_{нр} = S_{1ч} \cdot t_{нр}, \quad (11)$$

де $t_{нр}$ – час навантаження-розвантаження вантажу, год.

Витрати на формування маршруту

$$Z_{фор} = S_{1ч}^д \cdot t_{фор}, \quad (12)$$

де $S_{1ч}^д$ – собівартість 1 год роботи диспетчера, грн./год.;

$t_{фор}$ – час формування маршруту, год.

Витрати на заморожування грошових коштів

$$Z_{ом} = \frac{Q \cdot C_{1т} \cdot t_d \cdot \alpha}{365 \cdot 24 \cdot 100}, \quad (13)$$

де $C_{1т}$ – вартість 1 т вантажу, грн./т;

\tilde{Q} – обсяг партії вантажу, т;

α – коефіцієнт, враховуючий втрати в наслідок заморожування грошових коштів при здійсненні доставки вантажу, %/рік.

Час доставки можна розрахувати за такою формулою

$$t_d = \frac{L}{V}, \quad (14)$$

де V – швидкість сполучення, км/год.

Час навантаження та розвантаження для бортових автомобілів розраховуємо за формулою

$$t_{нр} = 2 \cdot \frac{(12 + 2 \cdot (Q - 1))}{60}. \quad (15)$$

Для визначення рівня обслуговування виконуємо такі дії:

при надходженні заявки перевіряємо чи є вільний диспетчер, який зможе прийняти заявку на обслуговування; якщо так – заявку починають обробляти;

з заявок, які надійшли, формуємо маятникові маршрути з зворотнім вантажним пробігом; заявки, які не можливо об'єднати в маршрут відхиляються;

перевіряємо чи є вільний транспортний засіб; якщо так, заявка обслуговується, виконується перевезення, якщо транспортний засіб відсутній – заявка відхиляється.

Для формування маршрутів використовуємо формулу

$$N_o^i = N_n^j, \quad (16)$$

де N_o^i – регіон вантажовідправника i -ї заявки,

N_n^j – регіон вантажоотримувача j -ї заявки.

Визначення рівня обслуговування розраховуємо за формулою

$$R = \frac{n_{\text{обсл}}}{n_{\Sigma}}, \quad (17)$$

де $n_{\text{обсл}}$ – кількість оброблених заявок, од.;

n_{Σ} – загальна кількість заявок, які надійшли на підприємство, од.

Параметрами потоку заявок у даній роботі виступають такі показники, як обсяг вантажу та інтервал надходження заявки. Потік заявок представляє собою сукупність заявок на послуги, що послідовно надходять на підприємство. Для потоку заявок числові характеристики виступають випадковими величинами.

Вхідними даними для проведення розрахунків є кількість диспетчерів, що приймають та обслуговують заявки, які надійшли на підприємство, кількість транспортних засобів, регіон вантажовідправника та вантажоотримувача, інтервал надходження заявки та обсяг перевезення.

Інтервал надходження заявки, обсяг перевезення, регіон вантажовідправника та вантажоотримувача є випадковими величинами, на які особа, що приймає управлінські рішення, немає впливу.

Кількість диспетчерів та кількість транспортних засобів є величина керована та може приймати значення, яке дорівнює 1, 3 або 5. В ході проведення експерименту проводимо дев'ять серій та п'ять дослідів.

На основі проведених розрахунків проводимо регресійний аналіз даних. Після проведення розрахунків цільова функція приймає наступний вигляд

$$\begin{cases} R = 0,017 + 0,128 \cdot N_d + 0,046 \cdot N_a; \\ Z_{\text{заг}} = 1314,75 + 1609,1 \cdot N_a + 2955,4 \cdot N_d. \end{cases} \quad (18)$$

Перевірка моделі на можливість її практичного застосування проводиться по критеріям точності, надійності та адекватності. Всі параметри повинні виконуватися одночасно. Невідповідність одному із критеріїв означає відсутність моделі як такової.

На підприємстві ФОП «Луценко» є два диспетчери, які приймають та обробляють заявки, та чотири автомобілі, які можуть виконувати ці перевезення. Інтервал надходження заявок описується експоненціальним законом розподілення, а математичне очікування складає 3 години. Відстань доставки описується нормальним законом, а математичне очікування дорівнює 500 км. Обсяг партії вантажу також описується нормальним законом розподілення, а математичне очікування складає 10 т.

Проводимо формування маршрутів з заявок, які прийняті до обслуговування. Для формування маршруту необхідно, щоб регіон вантажоодержувача i -ої заявки дорівнював регіону вантажовідправника j -ої заявки. Формуємо перший маршрут з заявки №1 та №5, так як регіон вантажоодержувача заявки №1 дорівнює регіону вантажовідправника заявки №5 і дорівнює 4-ому регіону. Аналогічно формуємо решту маршрутів. Результати розрахунків представленні рис. 1.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

Заявка	Регіон вантажо-відправника	Регіон вантажо-отримувача	Інтервал надходжень, год., I	Час надходження	Диспетчери		Автомобіль			
					1	2	1	2	3	4
1	4	4	5,03	5,03	13,03		1=5(29,74)			
2	2	2	0,22	5,26		13,26		+		
3	2	3	2,34	7,59						
4	4	4	0,88	8,47						
5	4	2	13,26	21,74	29,74		+			
6	1	2	0,11	21,85		29,85		6=2(29,85)		
7	2	4	0,45	22,30						
8	3	3	0,39	22,69						
9	2	4	12,84	35,53	43,53				9=15(61,99)	
10	2	1	2,00	37,52		45,52				10=14(54,9)
11	2	2	0,79	38,31						
12	3	1	1,84	40,15						
13	4	3	2,69	42,84						
14	1	1	4,06	46,90	54,90					
15	4	2	7,10	53,99		61,99			+	+
16	2	2	0,80	54,80						
17	1	1	8,78	63,57	71,57		17=18(72,21)			
18	1	4	0,63	64,21		72,21	+			
19	4	3	2,62	66,82						
20	1	2	10,48	77,31	85,31			20=23(103,4)		
21	4	3	2,69	80,00		88,00				+
22	4	3	6,25	86,25	94,25				+	
23	2	2	9,15	95,40		103,4		+		
24	1	2	0,51	95,91	103,91				+	

Рис. 1. Елемент результатів формування маршрутів

Приводимо приклад розрахунку відстані доставки для заявки № 5 з регіону № 4 в регіон № 2

$$L_{4-2} = \sqrt{((3-10) \cdot 50)^2 + ((6-3) \cdot 58,3)^2} = 391 \text{ км.}$$

Для розроблених маршрутів перевезення розраховуємо загальні витрати на доставку та рівень якості обслуговування. Для формування раціональної маршрутної мережі доставки вантажів, та досягнення економічного ефекту пропонуємо розглянути можливі комбінації з кількості обслуговуючих диспетчерів та автомобілів. Запропоновані варіанти подані в табл. 2.

Таблиця 2. Результати розрахунків

Варіант	Кількість автомобілів од.	Кількість диспетчерів, од.	Сумарні середні витрати, грн.	Ваговий коефіцієнт	Рівень обслуговування	Ваговий коефіцієнт	Сумарний ваговий коефіцієнт
1	1	1	5704	1	0,248	7	8
2	1	3	11776	3	0,544	5	8
3	1	5	17756	6	0,464	6	12
4	3	1	9132	2	0,24	8	10
5	3	3	15170	5	0,664	3	8
6	3	5	20991	8	0,88	2	10
7	5	1	12530	4	0,24	8	12
8	5	3	17932	7	0,648	4	11
9	5	5	24083	9	0,92	1	10

Після проведення порівняльного аналізу для подальших розрахунків обираємо варіант №2, так як сумарний ваговий коефіцієнт найменший.

Оцінку економічного ефекту від формування раціональної маршрутної мережі доставки вантажів проводимо на підставі сумарних середніх витрат на доставку. Економічний ефект приймаємо як різницю сумарних середніх витрат на доставку між базовим варіантом, тобто витрати на доставку вантажів при обслуговуванні двома диспетчерами та чотирма автомобілями, та оптимальним (запропонована комбінація з диспетчерів та автомобілів після формування раціональної маршрутної мережі).

Сумарні середні витрати по базовому варіанту склали 12726 грн, по оптимальному варіанту дорівнюють 11776 грн. Проводимо розрахунок економічного ефекту

$$E = 12726 - 11776 = 950 \text{ грн.}$$

При цьому рівень обслуговування підвищився до 0,544.

Висновки. Проведений регресійний аналіз дозволив оцінити вплив параметрів маршрутів доставки на ефективність обслуговування вантажовласників та загальні витрати на доставку. Було визначено, що зі збільшенням кількості диспетчерів та кількості автомобілів рівень обслуговування та загальні витрати на доставку вантажів збільшуються.

Таким чином, використання раціональної маршрутної мережі доставки тарно-штучних вантажів, визначеної у дослідженні, дозволить підприємству отримати економічний ефект розміром 950 грн при належному рівні обслуговування вантажовласників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Naumov, V. O. Shulika, D. Velikodnyi. Results of experimental studies on choice of automobile intercity transport delivery schemes for packaged cargo // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2015. V. 17. N 7. P. 87-91.
2. Нагорний Є.В., Наумов В.С., Шуліка О.О. Формування варіантів технології доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні // Автомобільний транспорт : сб. науч. тр. / М-во образования и науки Украины, ХНАДУ, 2013. Вып. 32. С. 61-66.
3. Наумов В.С. Основы повышения эффективности экспедиционного обслуживания на автомобильном транспорте: монография. Харьков: ХНАДУ, 2010. 144 с.
4. Blaik P. Logistyka. Konserpcja zintegrowanego zarzadzania Warszawa: PWE, 2010.
5. Нефедов Н.А. Относительная эффективность развозочных маршрутов // сб. науч. тр. Харьков: 2002. Вып.10. С.82-84.
6. Потаман Н.В, Варнаков В.І. Вибір раціональної технології доставки вантажів в міжміському сполученні // Вісник Східноукраїнського нац. ун-ту ім. В. Даля. 2018. №2(243). С.179-184.
7. Karimi, H.R., Duffie, N., Freitag, M., Lütjen, M., & Chadli, M. Modeling, Planning, and Control of Complex Logistic Processes. *Mathematical Problems in Engineering*, 501, 184267. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/184267>
8. Россолов О.В., Потаман Н.В., Кіяшко Д.О. Визначення раціональних рівнів каналів розподілу продукції ДП «Артемсіль» // Науково-технічний збірник «Коммунальное хозяйство городов». 2017. №137 (2017). С.55-60
9. Наумов В. С. Оценка спроса на транспортно-экспедиционные услуги // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля: Наук. журнал. Луганськ. 2010. Вип. 4 (146). Ч. 1. С. 201 – 206.
10. Мороз О.В. Загальна постановка задачі, маршрутизації перевезень вантажів малими партіями // зб. наук. пр. Київ. 2003. Вип. 2. с.5
11. Шептура А.Н. Повышение эффективности автомобильных перевозок партионных грузов при переменном спросе на перевозки: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. / Шептура А.Н. – Харьков: ХНАДУ, 2004. –158 с.
12. Ye. Nagornij , O. Shulika, O. Severyn, O. Orda. Improving the efficiency of road transport companies by optimizing the costs of information and advertising activities // SHS Web of Conferences- EDP Sciences, 67, 03009 (2019)
13. Шуліка О. О. Формування процесу доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.01 - транспортні системи. – Харьков, ХНАДУ, 2017. 20 с.
14. N. Potaman, O.Shulika, O.Orda. Modelling of the route network for perishable cargo delivery in the regional traffic on the basis of petri nets // Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». 2021. №164 (2021). С.240-245
15. Яковлева Я.С., Дудніков О.М, Сокирко В.М. Удосконалення методики організації перевезення штучних дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. 2009. No 2(9). С. 81–87.

REFERENCES

1. 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.
2. Nagornij Є.В., Naumov V.С., Shulika О.О. (2013) Formuvannya variantiv tekhnologij dostavki tarno-shtuchnikh vantazhiv avtomobil'nim transportom u mizhmis'komu spoluchenni [Formation of variants of technology of delivery of tare-piece cargoes by motor transport in long-distance communication] // *Avtomobil'nyj transport : sb. nauch. tr. / M-vo obrazovaniya i nauki Ukrainy, KHNADU*, 32, 61-66. [In Ukrainian].

3. Naumov V.S. (2010) *Osnovy povysheniya ehffektivnosti ehkspedicionnogo obsluzhivaniya na avtomobil'nom transporte* [Fundamentals of improving the efficiency of forwarding services in road transport] Kharkiv: KHNADU [In Russian]
4. Blaik, P. (2010). Logistyka. koncepcja Zintegrowanego Zarządzania. Pwe, Warszawa. [In Polish]
5. Nefedov N.A. (2002) *Otnositel'naya ehffektivnost' razvozhnykh marshrutov* [Relative efficiency of distribution routes]. *Sb. nauch. tr. Khar'kov, 10*, 82-84 [In Russian]
6. Potaman N.V., Varnakov V.I. (2018) *Vibir racional'noi tekhnologii dostavki vantazhiv v mizhmis'komu spoluchenni* [Choice of rational technology of delivery of cargoes in long-distance communication] *Zhitomir: Visnik skhidnoukraïns'kogo nac. Un-tu im. V. Dalya, 2(243)*, 179-184. [In Ukrainian].
7. Karimi, H.R., Duffie, N., Freitag, M., Lütjen, M., & Chadli, M. (2015). Modeling, Planning, And Control Of Complex Logistic Processes. *Mathematical Problems In Engineering*, 501, 184267. Doi: <https://doi.org/10.1155/2015/184267>
8. Rossolov O.V., Potaman N.V., Kiyashko D.O. (2017) Vyznachennya racional'nikh rivniv kanaliv rozpodilu produkcii DP «Artemsil» [Determination of rational levels of product distribution channels of SE "Artemsil"]. *Naukovo-tekhnichnij zbirnik «Kommunal'noe khozjajstvo gorodov»*. 137, 55-60. [In Ukrainian]
9. Naumov V. S. (2010) Ocenka sprosa na transportno-ehkspedicionnye uslugi [Estimation of demand for freight forwarding services]. *Visnik Skhidnoukr. nac. un-tu im. V. Dalya: Nauk. Zhurnal, 4 (146)*, 201 – 206. [In Russian]
10. Moroz O.V. (2003) Zagal'na Postanovka Zadachi, Marshrutizacii Perevezen' Vantazhiv Malimi Partiyami [General statement of the problem, routing of cargo transportation in small batches] *Zb. Nauk. Pr. Kiev, 2, 5* [In Ukrainian].
11. Sheptura A.N. (2004) Povyshenie ehffektivnosti avtomobil'nykh perevozok partionnykh gruzov pri peremennom sprose na perevozki [Improving the efficiency of road transport of batch cargo with variable demand for transportation]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Khar'kov: Khnadu. [In Russian]
12. Nagorni, Ye., Shulika, O., Severyn, O., Orda, O. (2019) Improving the efficiency of road transport companies by optimizing the costs of information and advertising activities. *Shs Web Of Conferences- Edp Sciences*, 67, 03009. Doi: <https://doi.org/10.1051/Shsconf/20196703009>
13. Shulika O.O. (2017) Formuvannya procesu dostavki tarno-shtuchnikh vantazhiv avtomobil'nim transportom u mizhmis'komu spoluchenni [Formation of process of delivery of tare-piece cargoes by motor transport in long-distance communication] *Extended abstract of candidate's thesis*. Khar'kov: Khnadu. [In Ukrainian].
14. Potaman, O.Shulika, O.Orda. (2021) Modelling of the route network for perishable cargo delivery in the regional traffic on the basis of petri nets. *Naukovo-Tekhnichnij Zbirnik «Komunal'ne Gospodarstvo MisT»*. 164 (2021). 240-245
15. Yakovleva YA.S., Dudnikov O.M, Sokirko V.M. (2009) Udoskonalennya metodiki organizacii perevezen'nykh shtuchnikh dribnopratiynnykh vantazhiv avtomobil'nim transportom. [Improving the methodology of Organization of transportation of artificial small consignments by road]. *News Of The Automobile And Road Institute: Research And Production Collection, 2(9)*, 81–87. [In Ukrainian]

Natalia Potaman¹

¹ Assistant professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, Yaroslava Mudrogo st., 25, Kharkiv, Ukraine, 61002.

FORMATION OF A RATIONAL ROUTE NETWORK FOR DELIVERY OF CONTAINERIZED CARGOES

The formation of a rational route network contributes to the timely and uninterrupted delivery of products and more efficient interaction of supplier organizations, recipient organizations and trucking organizations. However, at present, the issues of increasing the level of customer service, which in market conditions are closely related to the problem of service and quality of service, are becoming increasingly important. The quality of transportation should be understood as the ability of the trucking industry to meet the needs of enterprises and the public in transport services with minimal costs. Thus, there is a question of forming a rational route network, which would improve the quality of customer service with minimal costs. The use of economic and mathematical methods and information technologies in the formation of a rational route network allows to obtain a synergistic effect, namely by reducing overall costs, improve the quality of service. The formation of a rational route network according to the proposed algorithm allows to determine the cost of delivery of goods and the level of service of cargo owners with the specified number of dispatchers and cars at the enterprise and provide companies with practical recommendations on the number of dispatchers and cars needed to meet customer needs. service.

Keywords: route network, consignor, consignee, containerized cargo, regression model, total costs, quality level.