

УДК 656.025.4

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.167.2017.97341>

ФОРМУВАННЯ МЕТОДУ ВИБОРУ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОБОТИ В СХЕМАХ РОЗВЕЗЕННЯ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ

Д-р техн. наук В. К. Доля, канд. техн. наук Є. І. Куш,
асп. В. С. Скрипін, І. Ю. Власов (ХНУМГ ім. О. М. Бекетова)

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДА ВЫБОРА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАБОТЫ В СХЕМАХ РАЗВОЗКИ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Д-р техн. наук В. К. Доля, канд. техн. наук Е. И. Куш,
асп. В. С. Скрыпин, И. Ю. Власов (ХНУГХ им. А. М. Бекетова)

FORMATION OF THE METHOD FOR SELECTION OF VEHICLES LOAD CAPACITY TO WORK WITH SCHEMES OF CONVEYING UNITIZED CARGO

Doctor of science V. Dolia, Ph.D. Y. Kush, PhD student V. Skrypin, I. Vlasov

У статті проведено дослідження, спрямоване на формування методу вибору вантажопідйомності транспортних засобів для роботи в схемах розвезення тарно-штучних вантажів. Для цього було здійснено моделювання процесу розвезення тарно-штучних вантажів пунктами збуту, визначено залежності зміни транспортних витрат від параметрів процесу транспортування, виявлено закономірності зміни загальних транспортних витрат від вантажопідйомності транспортних засобів і обсягів завезення, визначено і математично формалізовано залежність оптимальної вантажопідйомності транспортного засобу від обсягу завезення до пункту збуту.

Ключові слова: вантажопідйомність, тарно-штучний вантаж, розвізний процес, транспортні витрати, математична модель, моделювання.

В статье проведено исследование, направленное на формирование метода выбора грузоподъемности транспортных средств для работы в схемах развозки тарно-штучных грузов. Для этого проведено моделирование процесса развозки тарно-штучных грузов пунктами сбыта, определены зависимости изменения транспортных расходов от параметров процесса транспортировки, выявлены закономерности изменения общих транспортных расходов от грузоподъемности транспортных средств и объемов завоза, определены и математически формализованы зависимость оптимальной грузоподъемности транспортного средства от объема завоза в пункт сбыта.

Ключевые слова: грузоподъемность, тарно-штучный груз, развозочный процесс, транспортные расходы, математическая модель, моделирование.

The article is devoted to the research of the method for selection of vehicles load capacity to work with schemes of conveying unitized cargo. The first stage was to carry out simulation of conveying unitized cargo at distribution points based on the generated input data and constraints. After that, the dependences of changes in transportation costs depending on the transportation process parameters of unitized cargo in a simulated network have been identified. The next step was to identify patterns of change in the total transport costs by vehicles load capacity and delivery volumes. On the basis of the results obtained, the dependence of the optimum load capacity of the vehicle on the scope of delivery at the sales point was determined. A mathematical model of

dependence of optimum load capacity of the vehicle on the scope of delivery in the sales point has been obtained. Statistical evaluation results indicate that it has a sufficiently high information capacity and can be used in practical calculations.

Keywords: *load capacity, unitized cargo, conveying, transportation costs, mathematical model, simulation.*

Вступ. Одним із критеріїв ефективності процесу перевезення вантажів є повне задоволення потреб замовників транспортної послуги з рівнем якості, що може бути визначений на основі показників ефективності й оптимальності функціонування.

Під ефективністю процесу перевезення вантажів розуміють відношення результату діяльності цього процесу до витрат, що були понесені на його реалізацію. При цьому управляти дохідною частиною транспортування майже не можливо, отже, підвищення ефективності досягається за рахунок зменшення витрат. Для цього використовують такі підходи, як маршрутизація перевезень, вибір марки транспортного засобу тощо.

Визначення оптимальної вантажопідйомності транспортних засобів для роботи на розвізних маршрутах є важливою науковою задачею, правильне розв'язання якої буде визначати ефективність транспортного процесу. Науковцями розроблено підходи до визначення цього параметра для локальних задач, але питанню вибору оптимальної вантажопідйомності транспортного засобу для роботи в схемах розвезення приділено не достатньо уваги. Тому формування методу вибору вантажопідйомності транспортних засобів для роботи в схемах розвезення тарно-штучних вантажів є завданням цієї роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання ефективності використання транспортних засобів важливі для автотранспортних підприємств на різних етапах планування роботи [1]. Особливої уваги заслуговує вирішення проблеми мінімізації фінансових і часових

витрат на перевезення при доставленні тарно-штучних вантажів у містах. Існують різні методи зниження цього виду витрат: вибір оптимального транспортного засобу, організація руху найкоротшим шляхом, розроблення розвізних маршрутів, кооперація перевізників на мережі великого розміру та ін. [2-5].

Як відмічають учені [6-12], одним з найсуттєвіших є підхід до підвищення ефективності перевізного процесу за рахунок вибору оптимального за вантажопідйомністю транспортного засобу для роботи на розвізних маршрутах.

Визначення вантажопідйомності автомобілів є складним завданням і залежить від великої кількості факторів. Науковцями зазначається, що оптимальна вантажопідйомність транспортних засобів здебільшого залежить від характеристик вантажопотоків. Автор [13] стверджує, що основним параметром, який ураховується при визначенні вантажопідйомності, є розмір партії замовлення.

Учені в роботах [1, 6, 14-18] відмічають, що основними факторами, які впливають на вибір вантажного автомобіля, є:

- вид і характер вантажу;
- розмір партії вантажу;
- спосіб здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт;
- дорожньо-кліматичні умови й стан під'їздів до навантажувальних і розвантажувальних пунктів;
- швидкість доставлення вантажів.

Згідно з [6] при виборі транспортного засобу виходять з вимоги забезпечення мінімуму витрат, прямо або побічно пов'язаних з доставленням вантажів. До них відносять:

- собівартість перевезення, витрати на навантажувально-розвантажувальні роботи, транспортно-експедиційні операції і дорожню складову;

- можливі кількісні і якісні втрати вантажів у процесі доставлення;

- розмір матеріальних засобів, що перебувають в обороті, і витрати, пов'язані зі зберіганням вантажів;

- витрати на допоміжні засоби, що забезпечують транспортний процес (контейнери, піддони та ін.);

- капіталовкладення в автомобілі, вантажно-розвантажувальні засоби, складське господарство тощо.

Крім того, гарантування безпеки руху з мінімальними витратами також є критерієм оптимальності вантажопідйомності автомобілів [6, 14, 19].

Ученими пропонується визначати цей параметр виходячи з тарифу на перевезення, обсягу завезення, вартості зберігання вантажу в транспортному засобі і на складі [20]:

$$q_{onm} = \sqrt{\frac{f_0 Q + C_b b_0}{C_x}}, \quad (1)$$

де f_0 – тариф на перевезення транспортної партії вантажу, грош. од/відправка;

Q – норма поставки споживачеві, т;

C_b – вартість «зберігання» одиниці вантажу в транспортному засобі, грош. од/доб;

C_x – вартість зберігання одиниці вантажу для споживача, грош. од/доб;

b_0 – постійна, яка визначається методами регресійного аналізу.

Інший науковець визначає оптимальну вантажопідйомність з урахуванням транспортних витрат, планового обсягу надходження вантажу і витрат на зберігання запасу [21]:

$$q_{onm} = \sqrt{\frac{2aT}{b}}, \quad (2)$$

де a – транспортні витрати на перевезення однієї партії товарів, грош. од/т;

T – планований обсяг надходжень по досліджуваній групі товарів, т;

b – витрати на зберігання середнього товарного запасу, грош. од.

Оптимальна вантажопідйомність може бути визначена виходячи з витрат на розміщення замовлення і постачання, середньої потреби, витрат вмісту продукції і дефіциту [22]:

$$q_{onm} = \sqrt{\frac{2KV}{S}} \sqrt{1 + \frac{S}{d}}, \quad (3)$$

де K – накладні витрати, пов'язані з розміщенням замовлення і постачанням партії, грош. од.;

V – середня потреба в продукції, од.;

S – витрати вмісту продукції в одиницю часу, грош. од.;

d – дефіцит, од.

Найбільш важливим фактором, який визначає вибір вантажопідйомності транспортного засобу, як зазначає [6], є партійність перевезень. При організації перевезень необхідно прагнути, щоб вантажопідйомність автомобіля дорівнювала або була більшою від розміру перевезеної партії вантажу. При цьому ученими пропонується визначати оптимальну вантажопідйомність транспортного засобу так:

$$q_{onm} = \sqrt{\frac{1}{b_{noc} t_m} \left(\frac{a_{км} l_6}{\beta} + a_{noc} t_{n-3} \right)}, \quad (4)$$

де l_6 – відстань вантажного пробігу, км;

t_{n-3} – витрати підготовчо-заключного часу, год;

t_m – час на навантаження-розвантаження 1 т вантажу, год;

β – коефіцієнт використання пробігу автомобіля;

a_{noc} , $a_{\text{км}}$, b_{noc} – регресійні постійні собівартості перевезень.

Існуючі підходи дають змогу визначити оптимальну вантажопідйомність транспортних засобів для роботи на заздалегідь сформованих маршрутах розвезення. У них не враховано взаємозалежність параметрів системи розвезення і вантажопідйомності транспортного засобу. Насправді процес формування розвізних маршрутів і вибору оптимальної вантажопідйомності взаємозалежні. Від того, який обсяг поставки необхідно виконати автомобілем визначеної вантажопідйомності, залежать параметри розвізних маршрутів. І навпаки, визначені параметри маршруту і необхідні обсяги розвезення впливають на вибір оптимальної вантажопідйомності.

Тому формування методу вибору вантажопідйомності транспортних засобів у схемах розвезення тарно-штучних вантажів, який би на системному рівні вирішував задачу вибору раціональної схеми розвезення вантажів і оптимальної вантажопідйомності автомобіля є актуальним.

Визначення мети та задачі дослідження. Проведене дослідження спрямоване на досягнення мети – формування методу вибору вантажопідйомності транспортних засобів для роботи в схемах розвезення тарно-штучних вантажів.

Для досягнення поставленої мети розв'язувалися такі задачі:

- провести моделювання процесу розвезення тарно-штучних вантажів пунктами збуту;
- визначити залежності зміни транспортних витрат від параметрів процесу транспортування;
- виявити закономірності зміни загальних транспортних витрат від вантажопідйомності транспортних засобів і обсягів завезення;
- визначити і математично формалізувати залежність оптимальної

вантажопідйомності транспортного засобу від обсягу завезення до пункту збуту.

Основна частина дослідження. Вирішення завдання маршрутизації процесу розвезення тарно-штучних вантажів проводилося з використанням розробленої моделі [23], що є програмно реалізованою (рис. 1). Вона дає змогу сформулювати оптимальні маршрути з урахуванням параметрів вантажів, транспортної мережі, взаємного розміщення одержувачів і відправників вантажів, транспортних засобів в умовах оперативного управління перевізним процесом [23].

Для досягнення поставленої мети дослідження на першому етапі було проведено моделювання процесу розвезення тарно-штучних вантажів пунктами збуту в Харкові. Для цього було сформовано такі вхідні дані:

- відправлення вантажів здійснюється з центрального складу по магазинах роздрібною мережі загальною кількістю 40 од.;
- обсяг завезення фіксований для всіх споживачів системи;
- кількість вузлів топологічної карти району розвезення дорівнює 1376 од., місцезнаходження кожного з пунктів збуту і пункту відправлення описані GPS координатами;
- кожна дуга транспортної мережі описана такими параметрами, як довжина, схема організації дорожнього руху, швидкість транспортного потоку по напрямках руху залежно від часу доби (показник швидкості від 15 до 50 км/год.);
- кожне перехрестя описано часовими затримками залежно від виконуваного маневру транспортного засобу;
- у центральному складі зосереджено нескінченний обсяг транспортно-однорідного вантажу;
- час роботи відправника необмежений;
- затримок навантаження не існує;
- час навантаження визначається виходячи з величини завантаження автомобіля;

- час, протягом якого вантаж повинен бути доставлений у пункт збуту, обмежений інтервалом з 6:00 до 22:00 год;
- затримок розвантаження вантажу не має;

- час розвантаження визначається виходячи з обсягу поставки в пункт збуту;
- час початку руху маршрутом – 5:00;
- додатковий час (час на під'їзд до пунктів навантаження-розвантаження) дорівнює 15 хв.

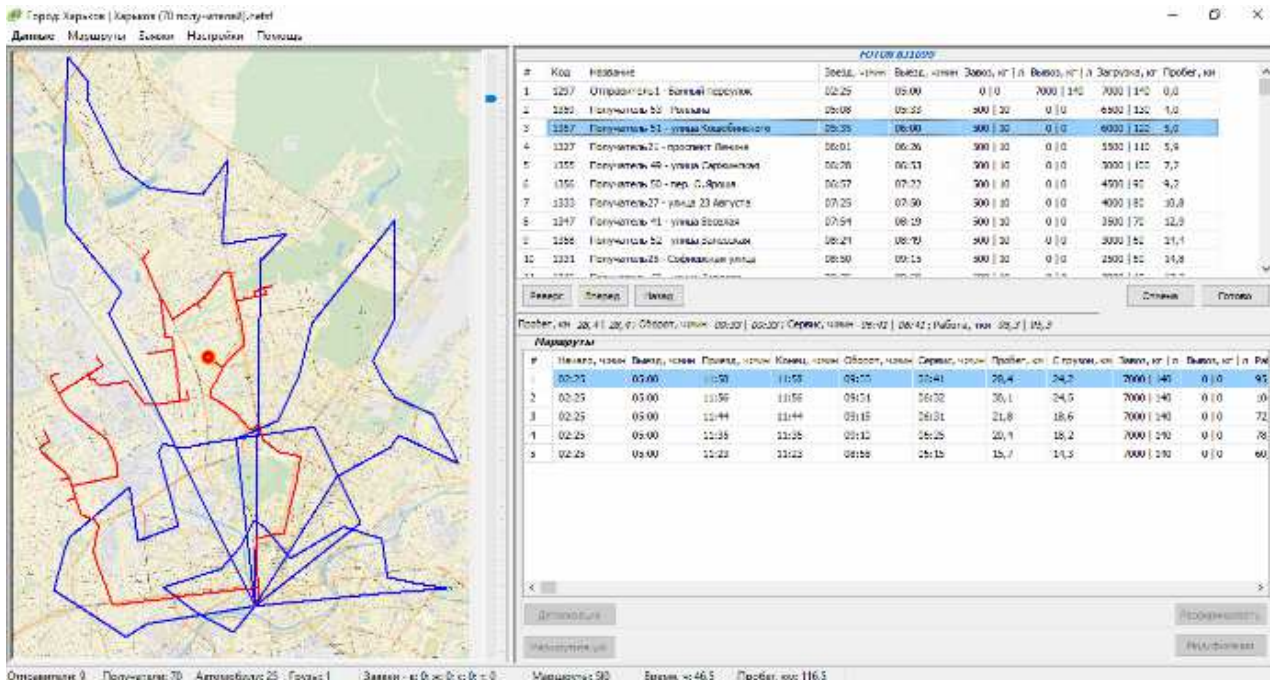


Рис. 1. Фрагмент програми формування розвізних маршрутів

Сформовані обмеження:

- час роботи транспортних засобів на маршрутах не перевищує 10 год;

- обсяг поставки до пункту збуту не повинен перевищувати вантажопідйомності автомобіля;

- кількість пунктів заванесення вантажу на маршруті повинна бути більше одного;

- вантажопідйомність автомобіля не перевищує 15 т;

- усі пункти збуту повинні бути обслуговані протягом часу роботи транспорту;

- задоволення потреби споживача у вантажі здійснюється за одну поставку;

- кожна схема доставлення виконується однотипними транспортними засобами;

- коефіцієнт використання пробігу на маршруті більше 0,5.

У результаті моделювання були отримані різні схеми розвезення тарно-штучних вантажів у залежності від вантажопідйомності транспортних засобів і обсягу завезення до пункту збуту. Показник вантажопідйомності варіювався від 1 до 14,7 т. Обсяги завезення до пунктів збуту – 0,33; 0,36; 0,4; 0,44; 0,5; 0,57; 0,66; 0,8; 1; 1,33; 2 і 4 т. Кожна схема розвезення була описана технічними (кількість маршрутів розвезення, кількість транспортних засобів, загальний пробіг схемою розвезення, загальний пробіг з вантажем, загальний час роботи в схемі розвезення, загальний час обслуговування схеми розвезення, загальний обсяг перевезення) і економічним (загальні транспортні витрати) параметрами. При цьому показник загальних транспортних витрат розраховувався на

підставі змінних і постійних витрат за розробленою моделлю в роботі [24].

Параметри схем розвезення тарно-штучних вантажів при умові завезення 0,44

т в кожний пункт збуту транспортними засобами різної вантажопідйомності наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Параметри схем розвезення тарно-штучних вантажів при умові завезення 0,44 т в пункт збуту транспортними засобами різної вантажопідйомності

Вантажопідйомність транспортного засобу, т	Кількість маршрутів схеми розвезення, од.	Кількість транспортних засобів, од.	Загальний пробіг схемою розвезення, км	Загальний пробіг з вантажем, км	Загальний час роботи в схемі розвезення, год	Загальний час обслуговування схеми розвезення, год	Загальний обсяг перевезення схемою, т	Загальні транспортні витрати, євро/т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	20	3	238,493	132,147	28,95	9,63	1,76	40,55
1,5	14	3	178,213	107,947	25,05	10,18	1,76	33,85
1,75	14	3	178,213	107,947	25,05	10,18	1,76	35,17
2	10	3	145,643	94,128	22,78	10,32	1,76	29,84
2,5	8	3	129,493	95,171	21,72	10,77	1,76	28,17
3	7	3	118,511	88,428	20,92	10,70	1,76	27,11
3,5	6	3	108,454	84,018	20,25	10,72	1,76	25,86
3,9	5	2	102,315	76,914	19,77	10,65	1,76	25,1
4,3	5	2	103,443	81,545	19,85	10,83	1,76	26,05
4,5	4	2	92,658	77,709	19,60	10,85	1,76	23,52
4,7	4	2	92,658	77,709	19,60	10,85	1,76	23,97
5	4	2	90,586	74,783	19,77	10,82	1,76	23,85
6	4	3	91,663	77,368	20,05	11,40	1,76	25,35
6,65	3	2	85,846	75,089	19,33	11,40	1,76	24,43
7	3	2	85,846	75,089	19,33	11,40	1,76	25,37
7,7	3	2	82,887	72,21	19,37	11,62	1,76	24,50
8,2	3	2	79,489	67,792	19,22	11,53	1,76	24,01
9,25	2	2	77,573	71,29	18,87	11,75	1,76	24,23
10	2	2	77,669	71,386	19,05	11,93	1,76	24,82
12,7	2	2	77,669	71,386	19,05	11,93	1,76	26,57
13,3	2	2	77,669	71,386	19,05	11,93	1,76	27
14,05	2	2	77,669	71,386	19,05	11,93	1,76	27,34
14,7	2	2	77,669	71,386	19,05	11,93	1,76	27,69

У результаті були визначені залежності зміни загальних витрат від вантажопідйомності транспортного засобу й обсягу завезення (рис. 2). Хвилеподібний характер зміни отриманих залежностей пояснюється так: при визначеному обсязі завезення для транспортних засобів різної вантажопідйомності формуються однакові розвізні маршрути, що призводить до збільшення загальних витрат. Наприклад, у

випадку, коли обсяг завезення дорівнює 1,33 т, для транспортних засобів вантажопідйомністю 3; 3,5 і 3,9 т сформовані однакові маршрути через те, що цей параметр обмежує кількість пунктів завезення на маршруті до двох. При цьому загальні транспортні витрати зростають через збільшення питомої витрати палива і вантажопідйомності автомобіля.

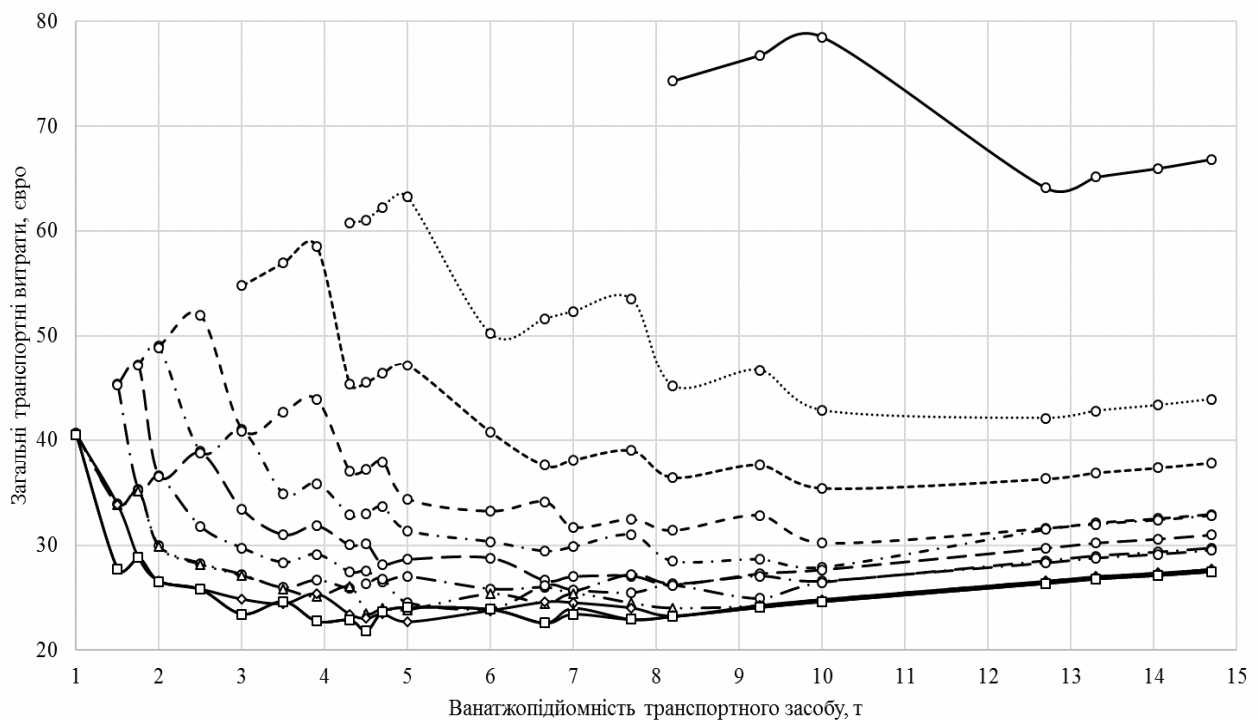
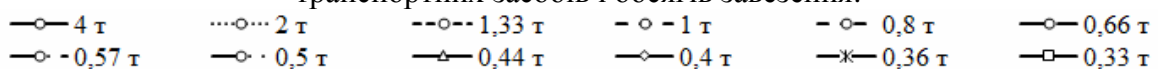


Рис. 2. Залежності зміни загальних транспортних витрат від вантажопідйомності транспортних засобів і обсягів завезення:



Для визначення оптимальної вантажопідйомності транспортного засобу при різних схемах доставлення тарноштучних вантажів пунктами збуту на наступному етапі дослідження було проведено апроксимацію отриманих результатів моделювання. Виявлена залежність наведена на рис. 3.

Кожній вантажопідйомності автомобіля відповідає визначена схема розвізних маршрутів, що відрізняються одна від одної технологічними параметрами. Для кожної схеми розвезення існує оптимальна вантажопідйомність, за якої спостерігається мінімум загальних транспортних витрат.

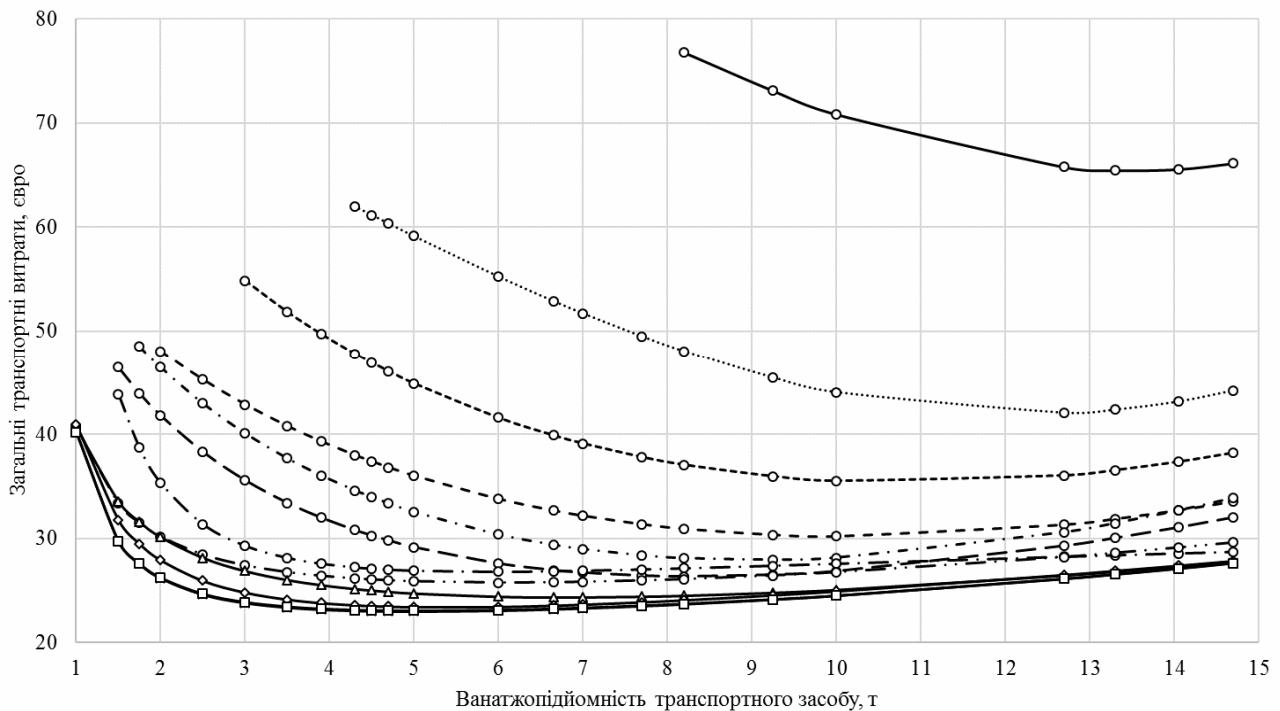


Рис. 3. Залежність зміни загальних транспортних витрат від вантажопідйомності транспортних засобів і обсягів завантаження:

—○— 4 т ○..... 2 т - - - - -○- - - 1,33 т - ○ - 1 т - ○ - 0,8 т —○— 0,66 т
 —○— 0,57 т —○— 0,5 т —△— 0,44 т —◇— 0,4 т —ж— 0,36 т —□— 0,33 т

Математично описати отримані залежності зміни загальних транспортних витрат від вантажопідйомності транспортних засобів за різних обсягів завантаження в пункти збуту можна регресійним рівнянням такого виду:

$$B_{mpi} = a + b \cdot q_n^c + d \cdot q_n^f, \quad (5)$$

де a , b , c , d , f – коефіцієнти регресії (параметри моделі);

q_n – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;

i – схема розвезення.

Значення параметрів моделей та їх статистичні характеристики залежно від

параметрів розвезення тарно-штучних вантажів наведені в табл. 2.

Розроблені моделі мають достатньо високу інформаційну спроможність, про що свідчить перевищення розрахованого значення критерію Фішера над табличним. Значення коефіцієнтів множинної кореляції свідчать про достатньо-високий ступінь взаємозв'язку між параметрами, що досліджуються, величини середніх похибок апроксимації містяться в допустимих межах.

Аналіз отриманих результатів дає змогу зробити висновок про наявність оптимальної вантажопідйомності транспортних засобів для обслуговування роздрібною мережі при певних її параметрах (табл. 3).

Таблиця 2

Коефіцієнти регресії і статистичні параметри моделей зміни загальних транспортних витрат залежно від вантажопідйомності транспортних засобів при різних обсягах заванезення в пункти збуту

Обсяг заванезення до пункту збуту, т	Коефіцієнти регресії					Статистичні показники		
						Коефіцієнт кореляції	Середня похибка апроксимації	Критерій Фішера
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>f</i>			
4	108,63	0,0063	3,24	-2,41	1,31	0,873	12,6	7,72
2	77,06	0,497	2,12	-2,61	1,57	0,985	7,6	254,11
1,33	95,83	2,84	1,29	-25,67	0,66	0,973	8,1	179,65
1	69,42	2,02	1,34	-16,2	0,71	0,961	8,5	162,29
0,8	84,93	2,43	1,26	-31,01	0,51	0,972	7,9	263,63
0,66	110,89	6,52	0,94	-64,48	0,34	0,963	7,6	219,69
0,57	89,97	51,59	-1,64	-7,71	-0,07	0,941	7,8	152,47
0,5	23,13	0,03	1,96	17,61	-1,35	0,989	6,9	745,27
0,44	20,06	0,04	1,87	20,53	-1,05	0,982	7,2	498,54
0,4	19,4	0,21	1,36	21,35	-1,42	0,971	7,2	312,75
0,36	21,68	0,02	2,07	18,57	-2,08	0,963	7,5	236,29
0,33	21,83	0,02	2,13	18,38	-2,1	0,968	7,8	258,52

Таблиця 3

Оптимальне значення вантажопідйомності транспортних засобів для різних схем доставлення тарно-штучних вантажів пунктами збуту

Вантажопідйомність транспортного засобу, т	Обсяг заванезення до пункту збуту, т	Загальний обсяг перевезення схемою, т	Кількість транспортних засобів, од.	Кількість маршрутів, од.	Час роботи в схемі розвезення, год	Загальний пробіг схемою розвезення, км	Загальні транспортні витрати, євро/т
13,3	4	160	13	14	124,38	177,346	65,47
12,7	2	80	7	7	64,63	118,371	42,07
10	1,33	53,2	5	6	45,88	108,416	35,53
10	1	40	4	4	36,48	92,65	30,19
9,25	0,8	32	4	4	30,75	90,545	27,93
8,2	0,66	26,4	3	4	26,72	86,107	26,33
6	0,57	22,8	3	4	24,1	92,77	26,78
6	0,5	20	3	4	22,57	86,047	25,74
6,65	0,44	17,6	2	3	11,4	85,846	24,34
5	0,4	16	2	4	19,62	86,088	23,4
5	0,36	14,4	2	4	18,67	91,663	22,96
5	0,33	13,2	2	4	18,67	91,663	23,03

На підставі отриманих результатів моделювання розвізних маршрутів і визначення оптимальної вантажопідйом-

ності транспортних засобів для кожної зі схем доставлення вантажів було отримано залежність, що наведена на рис. 4.

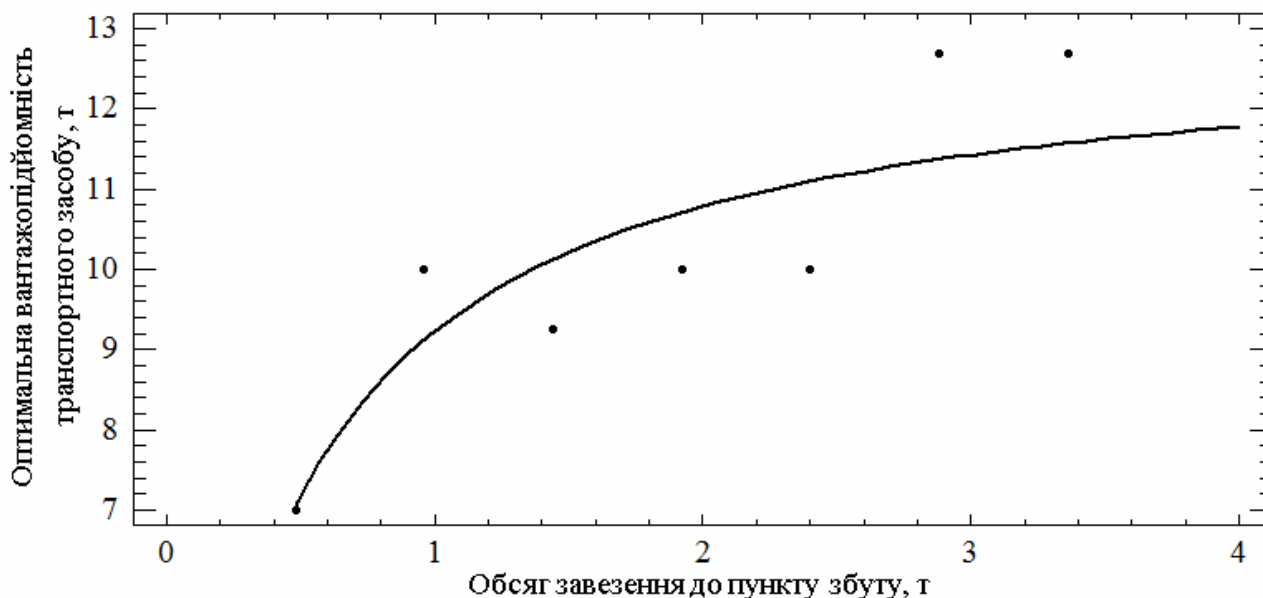


Рис. 4. Залежність оптимальної вантажопідйомності транспортного засобу від обсягу завезення до пункту збуту

Математично описати залежність оптимальної вантажопідйомності транспортного засобу від обсягу завезення до пункту збуту можна такою регресійною моделлю:

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{g + h \cdot \ln(Q_j)}, \quad (6)$$

де Q_j – обсяг завезення до j -го пункту збуту, т;

g , h – регресійні коефіцієнти, які дорівнюють для даного випадку відповідно 92,78 і 68,05.

Результати статистичної оцінки вказують, що отримана модель має достатньо високу інформаційну спроможність. Про що свідчить розрахункове значення показника Фішера 207,71. Ступінь кореляції дорівнює 0,954. Середня помилка апроксимації складає

7,62 %. Отримана закономірність свідчить, що збільшення оптимальної вантажопідйомності транспортного засобу зі збільшенням обсягу поставки відбувається за нелінійною залежністю.

Наведені результати справедливі для конкретних параметрів завдань на розвезення, що розглянуті в статті. Проте аналіз інших схем розвезення тарноштучних вантажів у містах указує на збереження загальної закономірності зростання оптимальної вантажопідйомності транспортних засобів у залежності від обсягу перевезення. При цьому коефіцієнти рівняння (6) мають різні значення залежно від конкретних умов завдання на перевезення.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Запропонований у роботі метод вибору вантажопідйомності транспортних засобів, на відміну від існуючих,

передбачає системну оптимізацію схеми розвезення тарно-штучних вантажів за параметрами маршрутів руху й автомобілів виходячи з критерію мінімуму загальних транспортних витрат.

Методику застосування запропонованого методу розглянуто на прикладі моделювання процесу розвезення тарно-штучних вантажів у Харкові. У результаті було виявлено, що варіювання вантажопідйомності транспортного засобу з 1 до 14,7 т для роботи в схемах розвезення для випадку, що розглядається в дослідженні, призводить до зміни кількості маршрутів розвезення з 20 до 2. Це супроводжується зміною таких технологічних параметрів, як загальний пробіг транспортних засобів з 238 до 77 км і загальний час роботи в схемі розвезення від 28,95 до 19,05 год. При цьому загальні транспортні витрати змінюються з 40,55 до 27,69 євро в залежності від схеми розвезення.

Проте схеми розвезення можуть відрізнятися кількістю учасників, їх взаємним розміщенням та розміщенням відносно розподільчого центру,

коефіцієнтом непрямої зв'язності транспортних зв'язків, що зумовлені характеристиками транспортної мережі, величиною попиту на продукцію (обсягом замовлення) тощо. Натомість розгляд різних схем розвезення, що мають зазначені відмінності, показав загальну тенденцію щодо зростання оптимальної вантажопідйомності транспортного засобу зі збільшенням обсягу завезення до пунктів роздрібною мережі за критерієм мінімізації витрат системи розвезення. Ця залежність з достатньою точністю може бути формалізована з використанням запропонованої в роботі нелінійної залежності з різними параметрами, що залежать від конкретних характеристик системи розвезення.

Однак при формуванні системи розвезення недостатньо керуватися лише транспортними витратами, бо вони не відбивають результати діяльності логістичної системи в цілому. Тому подальшим етапом дослідження планується обґрунтування параметрів обслуговування роздрібною мережі виходячи з характеру функціонування всіх її учасників.

Список використаних джерел

1. Майборода, М. Е. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учеб. пособие / М. Е. Майборода, В. В. Бернадский. – 2-е изд. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 442 с.
2. Семенов, Ю. Н. Использование методов моделирования для построения маятниковых маршрутов [Текст] / Ю. Н. Семенов, О. С. Семенова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – № 3 (109). – С. 136-140.
3. Ergun Ö. Shipper collaboration [Text] / Ö. Ergun, G. Kuyzu, M. W. P. Savelsbergh // Computers & Operations Research. – 2007. – V. 34. – P. 1551-1560.
4. Krajewska M. A. Horizontal cooperation among freight carriers: request allocation and profit sharing [Text] / M. A. Krajewska, H. Kopfer, G. Laporte, S. Ropke, G. Zaccour // Journal of the Operational Research Society. – 2008. – V. 59. – P. 1483-1491.
5. Shchegryaev A. Multi-period cooperative vehicle routing games [Text] / A. Shchegryaev, V. Zakharov. // Contributions to Game Theory and Management, №7 (2014), 349-359.
6. Воркут, А. И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / А. И. Воркут. – К. : Вища школа., 1986. – 447 с.
7. Афанасьев, Л. Л. Автомобильные перевозки [Текст] / Л. Л. Афанасьев, С. М. Цукерберг. – М.: Транспорт, 1973. – 320 с.

8. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / А. Э. Горев. – 5 изд., испр. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
9. Чеботаев, А. А. Специализированные автотранспортные средства: выбор и эффективность применения [Текст] / А. А. Чеботаев. – М.: Транспорт, 1988. – 159 с.
10. Горев, А. Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения [Текст]: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 256 с.
11. Воркут, А. И. Разработка теоретических основ и методов рациональной организации транспортного процесса при автомобильных перевозках партийных грузов [Текст]: дис... д-ра техн. наук: 05.22.10 / А. И. Воркут. – К., 1987. – 299 с.
12. Савин, В. И. Перевозки грузов автомобильным транспортом [Текст] / В. И. Савин. – М.: Дело и сервис, 2002. – 544 с.
13. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / А. Э. Горев. – 2-е изд. – М. : Академия, 2004. – 288 с.
14. Вельможин, А. В. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учебник для вузов / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006 – 560 с.
15. Миротин, Л. Б. Логистика. Управление в грузовых транспортно-логистических системах [Текст] / Л. Б. Миротин. – М.: Юристъ, 2002. – 414 с.
16. Ходош, М. С. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учебник для автотрансп. техникумов / М. С. Ходош. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1986. – 208 с.
17. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / А. Э. Горев. – 5-е изд., испр. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
18. Босняк, М. Г. Вантажні автомобільні перевезення [Текст]: навч. посібник для студентів спеціальності "Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)" / М. Г. Босняк. – К. : Видавничий Дім "Слово", 2010. – 408 с.
19. Василенко, Т. Є. Підвищення ефективності роботи суб'єктів підприємницької діяльності при перевезенні дрібнопартиї вантажів автомобільним транспортом [Текст] / Т. Є. Василенко, О. Є. Губін // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2014. – № 1. – С. 28-33.
20. Смехов, А. А. Моделирование параметров логистической системы на фазе распределения [Текст] / А. А. Смехов // Подъемно-транспортная техника и склады. – 1992. – №2. – С. 35-37.
21. Бурмистров, В. Г. Организация торговли непродовольственными товарами [Текст] / В. Г. Бурмистров. – М.: Экономика, 1988. – 304 с.
22. Колпаков, В. М. Методы управления [Текст] / В. М. Колпаков. – К. : МАУП, 1997. – 160 с.
23. Куш, Є. І. Формування розвізних маршрутів тарно-штучних вантажів в містах [Текст] / Є. І. Куш, В. С. Скрипін // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків : УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 160. – С. 97-105.
24. Куш, Е. И. Определение затрат на перевозку грузов автомобильным транспортом [Текст] / Е. И. Куш, В. С. Скрыпин // Национальная ассоциация ученых: ежемес. науч. журн. – Екатеринбург: НАУ, 2016. – № 3 (13), ч. 1. – С. 18-20.

Доля Віктор Костянтинівич, д-р техн. наук, завідувач кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова.

Куш Євген Іванович, канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова. Тел.: (057) 707-32-61. E-mail: kush_bush@mail.ru.

Скрипін Василь Сергійович, аспірант кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова.

Власов Ігор Юрійович, студент спеціальності "Логістика" Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова.

Dolia Viktor, doctor of science, head of Transport Systems and Logistics department, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.

Kush Yevhen, Ph.D., associate professor of Transport Systems and Logistics department, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, E-mail: kush_bush@mail.ru.

Skrypin Vasyl, PhD student of Transport Systems and Logistics department, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.

Igor Vlasov, student of Transport Systems and Logistics department, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.

Стаття прийнята 27.02.2017 р.