



УДК 656.02

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТИПУ АВТОВАНТАЖІВКИ ЗА КРИТЕРІЄМ ЦІНИ ТРАНСФЕРУ В УМОВАХ ДРІБНОПАРТІЙНОГО ПОСТАЧАННЯ ВЕЛИКОЇ ПАРТІЇ

Петровський А.В., Петровський В.П.

Херсонський національний технічний університет

Розроблено нову математичну модель транспортування палетованого не великовагового вантажу дрібними партіями; розраховано економію від використання розробленої математичної моделі транспортування вантажу дрібними партіями при різних типах автовантажівок та граничних значень цін транспортування.

Ключові слова: транспортування, дрібнопартійність, перевезення, цільова функція, обмеження.

Вступ. Транспортна складова у ціні більшості товарів дуже впливає на конкурентоспроможність торговельних підприємств. Тому оптимальне планування транспортних витрат є найактуальнішою задачею торговельних підприємств, особливо це стосується товарів зі складністю у доставці: великий шлях, або складні схеми використання різних типів транспорту [1, 2].

Дослідження та постановка задачі. Перевозити вантаж на палетах з коефіцієнтами використання вантажопідйомності та вантажомісткості (для легких вантажів) автомашини, наближених до 1, не завжди є оптимальним варіантом доставки вантажу з погляду мінімізації транспортних витрат власника вантажу. Наприклад, якщо треба відправити 2 європалети вантажу вагою приблизно до 0,6 т за маршрутом Київ – Одеса можна використати мікроавтобус (тоді коефіцієнт використання вантажомісткості буде наближатися до 1, якщо розраховувати вантажомісткість у кількості європалет) з ціною доставки до 700 грн (всі ціни приведені на осінь 2012 р). Однак, ще варіантом може бути довантаження автомобіля з більшою вантажомісткістю (наприклад загальною місткістю 22 європалети), тоді ціна доставки буде нижче – до 400-500 грн. Вибір варіанту доставки буде залежати звісно і від вартості та типу самого вантажу і від того, чи є організація – перевізник власником вантажу (тоді транспортні витрати менше). Процедура вибору варіантів доставки має теж велику кількість критеріїв: довіра до перевізника та експедитора (якщо вони є різними організаціями), відношення їх до важливих для власника вантажу умов транспортування та ін.

Розглянемо вантажну маршрутну лінію Київ – Одеса. Цей маршрут співпадає з контейнерним потоком в обидві сторони, оскільки контейнери після вибуття з Одеського морського порту повинні у строк до 72 годин повернутися у порт. Оскільки імпорт товарів в Україні значно вищий за експорт, то кількість контейнеровозів з Києва до Одеси своєю більшістю порожні. Таким чином контейнеровози за ціною значно нижче ринкової можуть перевозити вантажі у напрямку Київ – Одеса, оскільки їх проїзд у цьому напрямку вже сплачено при виїзді контейнеру з морського порту Одеси (це заборонено правилами Одеського порту, але тим не менш це є фактором знижування ціни трансферу для інших типів автовантажівок). Нижче наведено таблицю (табл. 1) ринкових цін цього напрямку для більшості вантажних типів автомобілів (найрозповсюджених з їх навантажувальними характеристиками). Значення ціни має плаваючий характер та залежить від дня тижня. Наприклад, у п'ятницю тариф на транспортування значно нижче за понеділка, оскільки більшість водіїв повертаються додому і можуть перевезти вантаж з коефіцієнтом використання вантажопідйомності значно нижче звичайного, та навпаки, у понеділок вантажних машин до обіду у Києві значно менше ніж у який-небудь інший робочий день неділі, тому тариф перевезення вище. Таблиця створена з урахуванням цих особливостей ринку перевезень, характерних до вказаного напрямку.



Таблиця 1 – Тарифи перевезення Київ-Одеса

<i>Транспортні характеристики вантажівок</i>							<i>Київ-Одеса</i>	
<i>Тип</i>	<i>Номінальна вантажопідйомність, т</i>	<i>Об'єм, м³</i>	<i>Кількість європалет (1,2x0,8м), шт</i>	<i>Висота, м</i>	<i>Ширина, м</i>	<i>Довжина, м</i>	<i>П'ятниця, грн</i>	<i>Понеділок, грн</i>
Контейнер 20ф	10	33	11	2,4	2,35	5,9	1300	1700
Контейнер 40ф	20	68	22	2,4	2,35	12	1900	2300
Контейнер 40ф Ні-Тор	20	76	22	2,7	2,35	12	2000	2500
Контейнер 45ф	20	79	24	2,4	2,35	13,6	2000	2500
Рефрижератор (без підтримки температурного режиму)	20	92	22-33	2,6	2,43	13,6	3800	4200
Ізотерм	20	60-92	22-33	2,6	2,43	13,6	3500	4000
Тент	20	60-92	22-33	2,6	2,43	13,6	3500	4000
Тент jumbo	20	90-125	22-33	2,9	2,43	13,6	3500	4000
Тент (зі зчепленням)	20	90-120	33	3,2	2,43	от 8	4000	4400
Тент	10	32-48	14-18	2,6	2,45	7-9	2300	2800
Тент	5	25-40	11	2,6	2,45	5-7,2	1700	2300
Інший цільномет.	3,5	12	10	2,1	2,1	5,3	1600	2000
Тент	3	14	10-11	2,6	2,45	5-6	1200	1500
Мікроавтобус	3	17	10	2,6	2,1	5	1100	1200
Мікроавтобус	2	10	Узгоджувати з водієм				800	1000
Газель	1,5	8	Узгоджувати з водієм				700	800
Мікроавтобус	1	6	Узгоджувати з водієм				500	700

У період проведення досліджень з'ясовано, що максимальним розміром партії, яку можна ділити на менші з метою зниження вартості перевезень, це 8 європалет.

Нижче наведено таблицю по кожному типу автовантажівок з урахуванням довантаження різної місткості (у європалетах) на понеділок (табл. 2).

Таким чином, необхідно визначити таке розподілення партії з 8 європалет (або менше) на дрібні партії, щоб загальна сума витрат на перевезення була менше ніж мінімальна вартість перевезення партії з 8 європалет одним транспортним пакетом.

Метою досліджень є побудова математичної моделі вибору типу автовантажівки за критерієм ціни трансферу в умовах дрібнопартійного постачання великої партії. Предметом дослідження є зниження вартості перевезень для торгівельних підприємств. Згідно з об'єктом дослідження – прейскурантом вантажних перевезень, для досягнення мети використовуються методи дослідження операцій та наочні спостереження.



Таблиця 2 – Тарифи перевезення при довантаженні

Транспортні характеристики		Київ – Одеса							
Тип	Номінальна вантажопідйомність, т	1 п-м, грн	2 п-м, грн	3 п-м, грн	4 п-м, грн	5 п-м, грн	6 п-м, грн	7 п-м, грн	8 п-м, грн
Контейнер 20ф	10	300	400	500	700	900	1000	1300	1700
Контейнер 40ф	20	150	200	300	500	700	1000	1300	1400
Контейнер 40ф High-Top	20	200	250	350	600	800	1100	1400	1500
Контейнер 45ф	20	250	300	400	650	800	1000	1300	1500
Рефрижератор (без підтримки темп. режиму)	20	300	400	500	700	900	1200	1400	1500
Ізотерм	20	350	400	700	800	1200	1300	1700	1800
Тент	20	350	400	700	800	1200	1300	1700	1800
Тент jumbo	20	350	400	700	800	1200	1300	1700	1800
Тент (зі зчепленням)	20	400	400	700	800	1200	1300	1700	1800
Тент	10	350	400	800	900	1300	1500	1800	2000
Тент	5	400	600	900	1000	1400	1600	1900	2300
Інший цільномет.	3,5	400	600	900	1000	1400	1600	1800	2000
Тент	3	700	900	1100	1400	1500	Не підходить		
Мікроавтобус	3	800	1000	1100	1200	Не підходить			
Мікроавтобус	2	800	1000	1000	Не підходить				
Газель	1,5	800	800	Не підходить					
Мікроавтобус	1	500	Не підходить						

Рішення задачі. Умовою вибору дрібнопартійного перевезення для одного типу автовантажівок є вираз:

$$\sum_{i=1}^8 k_i C_i + (R_n + R_p) \sum_{i=1}^8 k_i \leq C_8,$$

де k_i – кількість автовантажівок для довантаження (або кількість їздок) i -го обсягу перевезення (палетомісць), шт; R_n – тариф за одне навантаження (звичайно при довантаженні власника вантажу попереджують про підвищення вартості транспортування за кожне додаткове навантаження-розвантаження), грн.; R_p – тариф за одне розвантаження, грн.; C_8 – вартість транспортування 8 європалет одним транспортним пакетом, грн.; C_i – тариф на транспортування, тобто мінімальне значення тарифу зі всіх типів авто вантажівок, придатних до перевезення цієї кількості палетомісць та до умов транспортування вантажу, грн.

$$C_i = \min(S_{ij}),$$

де S_{ij} – тариф на перевезення j -м типом автовантажівок, придатних до перевезення цієї кількості палетомісць та до умов транспортування вантажу, грн.

Цільова функція [3] для одного типу авто вантажівок:



$$C_8 - \left(\sum_{i=1}^8 k_i C_i + (R_n + R_p) \sum_{i=1}^8 k_i \right) \Rightarrow \max.$$

Оптимальним значенням різниці між тарифом за перевезення одним транспортним пакетом 8 європалет та загальною вартістю перевезення при дрібнопартионній відправці вантажів є максимум вказаної різниці.

Обмеження:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^8 k_i \gamma_i = 8 \\ k_i \in N \text{ при } i = \overline{1,8,1} \end{cases},$$

де γ_i – кількість палетомісць, яка дорівнює i , шт.; N – множина натуральних чисел.

Оскільки кожна i -та кількість палетомісць відрізняється від попередньої на 1 палетомісце, то справедливе твердження:

$$k_1 + 2k_2 + 3k_3 + 4k_4 + 5k_5 + 6k_6 + 7k_7 + 8k_8 = 8.$$

Тоді умови:

$$\begin{cases} k_1 + 2k_2 + 3k_3 + 4k_4 + 5k_5 + 6k_6 + 7k_7 + 8k_8 = 8 \\ k_i \in N \text{ при } i = \overline{1,8,1} \end{cases}.$$

Для вирішення можна використати методи цілочисельного лінійного програмування: метод гілок та границь або метод відсікання.

Для використання методу перебору варіантів (оскільки невелика кількість палет, до 8 шт., дозволяє це) треба знайти всі можливі варіанти транспортування дрібних партій вантажу.

Таблиця 3 – Моделювання варіантів транспортування при довантаженні

№	Варіант транспортування:	№	Варіант транспортування:
1	$8C_1 + 8R$	9	$2C_1 + 3C_2 + 5R$
2	$6C_1 + C_2 + 7R$	10	$2C_1 + 2C_3 + 4R$
3	$5C_1 + 2C_3 + 6R$	11	$2C_1 + C_2 + C_4 + 4R$
4	$4C_1 + 2C_2 + 6R$	12	$C_1 + C_7 + 2R$
5	$4C_1 + C_4 + 5R$	13	$C_1 + C_5 + C_2 + 3R$
6	$3C_1 + C_5 + 4R$	14	$C_1 + C_4 + C_3 + 3R$
7	$3C_1 + C_3 + C_2 + 5R$	15	$C_1 + C_3 + 2C_2 + 4R$
8	$2C_1 + C_6 + 3R$		

У деяких випадках при навантаженні-розвантаженні від 4 європалет можуть бути додаткові витрати у зв'язку зі збільшенням часу простоїв автовантажівки.

За методом перебору розраховано значення цільової функції для визначених у таблиці варіантів та знайдено мінімальне значення.

Результати досліджень. За допомогою програмного забезпечення MS Excel 2010 та пакетом пошуку рішень, розраховано:

Таблиця 4 – Розрахунок пакету пошуку рішень

Схема постачання 8 європалет як довантаження до якого-небудь основного вантажу	Розрахунок економії коштів
1	2
У контейнері 20ф вантаж 8 палет дрібними партіями у 2 палети та 6 палет	$1700 - (1 * 400 + 1 * 1000 + 2 * 100) = 100 \text{ грн}$
У контейнері 40ф вантаж 8 палет дрібними партіями у 3 палети та 5 палет	$1400 - (1 * 300 + 1 * 600 + 2 * 100) = 300 \text{ грн}$



Продовження табл. 4

1	2
У контейнері 40ф High-Тор вантаж 8 палет дрібними партіями у 3 палети та 5 палет	$1500 - (1 * 350 + 1 * 800 + 2 * 100) = 250 \text{ грн}$
у контейнері 45ф вантаж 8 палет дрібними партіями у 3 палети та 5 палет	$1500 - (1 * 400 + 1 * 800 + 2 * 100) = 100 \text{ грн}$

У рефрижераторів без підтримки температурного режиму з основним вантажем, тентованих авто 20 т всіх вказаних типів, 10 т, тентованих авто 3 т та інших до кінця таблиці: нераціонально відправляти дрібними партіями, оскільки дешевше відправити єдиним транспортним пакетом всі 8 європалет.

Якщо транспортувати у тентованому авто 5 т, вантаж у 8 палет (невеликої ваги) дрібними партіями по 4 палети, як довантаження до якого-небудь основного вантажу, економія складе:

$$2300 - (2 * 1000 + 2 * 100) = 100 \text{ грн.}$$

Економії, більш означеної, можна досягти у разі перевезення вантажу дрібними партіями у різних типах автовантажівок (як планувалось у цільовій функції). Таблиця мінімальних тарифів у залежності від кількості палетомісць тарно-штучного вантажу вагою палетомісця до 0,6т (за результатами досліджень ринку перевезень):

Таблиця 5

Залежність тарифів перевезення від кількості палетомісць і типу автовантажівки

Транспортні характеристики		Київ – Одеса							
Тип	Номінальна вантажо-підйомність, т	1 п-м, грн	2 п-м, грн	3 п-м, грн	4 п-м, грн	5 п-м, грн	6 п-м, грн	7 п-м, грн	8 п-м, грн
Контейнер 20ф	10						1000	1300	
Контейнер 40ф	20	150	200	300	500	700	1000	1300	1400
Контейнер 40ф High-Тор	20								
Контейнер 45ф	20						1000	1300	
Рефрижератор (без підтримки температурного режиму)	20								
Ізотерм	20								
Тент	20								
Тент jumbo	20								
Тент (зі зчепленням)	20								
Тент	10								
Тент	5								
Інши цільномет.	3,5								
Тент	3						Не підходить		
Мікроавтобус	3					Не підходить			
Мікроавтобус	2				Не підходить				
Газель	1,5			Не підходить					
Мікроавтобус	1		Не підходить						

Найбільш раціонально перевозити тарно-штучний вантаж у 40 футовому контейнері з довантаженням.

Оскільки бувають випадки, коли є дефіцит контейнерів на ринку автоперевезень, треба розглянути також варіант із перевезенням іншими типами транспорту.



Таблиця 6 – Тарифи при довантаженні автовантажівок (не контейнеровозів)

Транспортні характеристики		Київ – Одеса							
Тип	Номінальна вантажо-підйомність, т	1 п-м, грн	2 п-м, грн	3 п-м, грн	4 п-м, грн	5 п-м, грн	6 п-м, грн	7 п-м, грн	8 п-м, грн
Рефрижератор (без підтримки температурного режиму)	20	300	400	500	700	900	1200	1400	1500
Ізотерм	20		400						
Тент	20		400						
Тент jumbo	20		400						
Тент (зі зчепленням)	20		400						
Тент	10		400						
Тент	5	400		900	1000	1400	1600	1900	2300
Цільномет	3,5								
Тент	3						Не підходить		
Мікроавтобус	3					Не підходить			
Мікроавтобус	2				Не підходить				
Газель	1,5				Не підходить				
Мікроавтобус	1				Не підходить				

У розрахунках визначено, що рефрижератор, згідно вищевказаної таблиці, майже вигідніший для всіх позицій кількості палетомісць, але він все одно попав до групи варіантів, які не вигідні для перевезень дрібними партіями, тоді як тентований автомобіль 5т має худші показники, але з'явився вигідним до партійного перевезення. Це можна пояснити високим тарифом на перевезення 8 палет вантажу одним транспортним пакетом у тентованому авто 5 т. Якщо тариф у рефрижератора був би для такого пакету 2300 грн, то відправка дрібними партіями вантажу по 4 європалети за два рази принесло б економію:

$$2300 - (2 * 700 + 2 * 100) = 700 \text{ грн.}$$

Таким чином, можна зробити висновок: перевезення вантажу дрібними партіями вигідно перш за все у контейнерах, якщо у даний час відсутні вільні контейнеровози, можна використати рефрижератори 20 т у разі підвищення ставки у замовника перевезень хоча б на 200 грн для транспортування цілого транспортного пакету у 8 палет до 1700 грн. Економія в цьому випадку складе:

$$1700 - (2 * 700 + 2 * 100) = 100 \text{ грн.}$$

Висновки. Розроблено нову математичну модель транспортування палетованого не великогазового вантажу дрібними партіями на прикладі вантажного маршруту Київ – Одеса; розраховано економію від використання розробленої математичної моделі транспортування вантажу дрібними партіями при різних типах автовантажівок та граничних значень цін транспортування. Подальшим розвитком є створення АРМ логіста-диспетчера на базі моделей: оптимального вибору перевізника та схеми перевезення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кокин А. С. Транспортно-экспедиторские услуги при перевозке грузов / А. С. Кокин. – М. : Инфотропик Медиа, 2011 – 576 с.
2. Плужников К. И. Транспортное экспедирование / К. И. Плужников. – М. : Транслит, 2006. – 528 с.
3. Таха. Исследование операций – М. : Наука, 2006. – 656 с.



Петровський А.В., Петровський В.П. МОДЕЛЬ ВЫБОРА ТИПА ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПО КРИТЕРИЮ ЦЕНЫ ТРАНСФЕРА В УСЛОВИЯХ МЕЛКОПАРТИОННОЙ ПОСТАВКИ БОЛЬШОЙ ПАРТИИ

Разработана новая математическая модель транспортирования палетованого не тяжеловесного груза мелкими партиями. Рассчитана экономия от использования разработанной математической модели транспортирования груза мелкими партиями при разных типах грузовых автомобилей и предельных значениях цен транспортировки.

Ключевые слова: транспортировка, мелкопартионность, перевозка, целевая функция, ограничение.

Petrovsky A.V., Petrovsky V.P. MODEL OF TYPESELECTION TRUCK ON CRITERION OF TRANSFER COST IN THE SHALLOW PARTY SUPPLYING CONDITIONS OF THE LARGE PARTY

The new mathematical model of portage of not heavy palettes commodity is developed by shallow parties. An economy is counted from using of the developed mathematical model of portage of load shallow parties for the different types of trucks and maximum values of costs of transporting.

Keywords: transporting, shallow party, objective function, limitations.

Статтю прийнято
до редакції 7.10.2013