

О.В. Павленко¹, Д.О. Великодний²¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна²Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна

ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАМОВЛЕНЬ НА ДОСТАВКУ ВАНТАЖІВ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

У статті запропоновано підхід по формуванню раціональної схеми обслуговування замовлень на доставку вантажу з урахуванням можливих альтернативних варіантів виконання за участю транспортно-експедиторського підприємства за визначеним оціночним показником - прибутком. Розроблено план експерименту за двома параметрами впливу, визначені значення прибутку для альтернативних схем та побудовані регресійні моделі лінійного типу.

Ключові слова: раціональна схема, доставка, транспортно-експедиторське підприємство, прибуток.

Постановка проблеми

В умовах глобалізації сучасної економіки підвищення ефективності доставки вантажу входить до перспективних напрямків скорочення витрат промислових організацій, торгівлі та сфер послуг. У зв'язку з цим, в останній час з'явилася тенденція становлення транспортно-експедиторської діяльності (ТЕД) як самостійної галузі транспортного комплексу [1].

Розвиток ТЕД пов'язаний з розвитком транспорту. Згідно даним Державної служби статистики транспортні підприємства України, в 2019 році перевезли 674,5 млн. т вантажів, що становить 108 % від обсягів 2018 року (табл.1) [2]. При цьому автомобільний транспорт найбільше з усіх видів транспорту збільшив обсяги перевезеного вантажу на 129,7 % у порівнянні з відповідним періодом минулого року.

Процес транспортно-експедиторської обслуговування (ТЕО) є складним технологічним процесом, а керування ним характеризується наявністю великої кількості альтернатив на різних стадіях прийняття рішень. Ціна помилки при ухваленні рішення буває досить висока, що пояснюється досить високою вартістю простоїв транспортних засобів, можливістю псування вантажу і втратою додаткових доходів експедиторів. Проте сучасні підходи до обґрунтування прийняття рішень при управлінні ТЕО дозволяють вирішувати досить вузьке коло завдань. Тому потрібно вибрати методичний підхід щодо формування раціональної схеми обслуговування замовлень для подальшого зниження вартості доставки вантажів та відповідного збільшення прибутку транспортно-експедиторського підприємства (ТЕП).

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сфера діяльності сучасних ТЕП – організація переважно міжнародних вантажних автоперевезень; фактично – експедиторські підприємства виконують функції організаційного модуля в системі міжнародних перевезень. Зосередження діяльності ТЕП лише на сегменті ринку міжнародних перевезень не може позитивно відбитись на стані внутрішнього ринку транспортного обслуговування населення та організацій. Сучасні автотранспортні організації не виконують в повній мірі функції з координації й керування транспортним обслуговуванням у відповідних регіонах. Перевезення здійснюються безліччю дрібних підприємств, і їх діяльність не координується з позицій мінімізації сумарних витрат на доставку й загального часу простоїв виробничих підприємств через збої в поставках (тобто не забез-

Таблиця 1
Аналіз показників роботи транспорту за 2019 року

Вид транспорту	Перевезено вантажів	
	млн.т	у відсотках до січня-серпня 2018
Залізничний	312,9	97,1
Автомобільний	242,7	129,7
Водний	6,1	109,2
Трубопровідний	112,7	103,0
Авіаційний	0,1	92,7
Взагалі	312,9	97,1

печується виконання повною мірою основних принципів логістики) [1].

Практика транспортного експедирування при міжнародних вантажних перевезеннях, що склалася, має ряд недоліків. ТЕП, що здійснюють оформлення документації та розробку маршрутів руху транспортних засобів у міжнародному сполученні, працюють в умовах гострої конкуренції. Через відсутність науково обґрунтованих методик вибору оптимальних стратегій поведінки на ринку їх діяльність хаотична і, як наслідок, недостатньо ефективна [3].

Авторами в [4] на підставі визначених переваг та недоліків існуючих варіантів інтермодальної доставки вантажів у контейнерах сформовано альтернативні варіанти транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників. Запропоновані принципові схеми процесу інтермодальної доставки вантажів у контейнерах враховують взаємодію всіх суб'єктів інтермодальної доставки та відображають можливість створення різних комбінацій видів транспорту. Перспективними напрямками наукових досліджень є: математична формалізація запропонованого критерію для сформованих принципових схем альтернативних технологій транспортно-експедиторського обслуговування та розробка моделі вибору оптимального варіанта ТЕО при інтермодальній доставці вантажів у контейнерах.

Авторами в [5] запропоновано метод вивчення потоку запитів на транспортно-експедиторські послуги з використанням інструментів порталу інформаційної логістики. На підставі результатів експериментальних досліджень для ринку автомобільних перевезень України обґрунтовані розподілу параметрів потоку запитів і визначені кількісні показники попиту на послуги українських експедиторських компаній.

Аналіз публікацій вчених, які досліджували формування раціональної схеми обслуговування замовлень на доставку вантажів транспортно-експедиторським підприємством, дозволяє визначити основні результати та напрямки розвитку:

– формування стійких інтермодальних систем вантажних перевезень з урахуванням існуючих ресурсів: морський порт, водні шляхи, залізниця та дорожня інфраструктура на основі сучасних методів моделювання [6-8];

– розробка ефективних технологій доставки з урахуванням стохастичності попиту на логістичні та експедиторські послуги [9-12];

– впровадження термінальних систем та логістичних центрів при організації доставки та обслуговування замовлень [13-17];

– раціоналізація оперативного планування та консолідації різних видів вантажів в системі логістики постачань [18-22];

– розробка та удосконалення логістичних ланцюгів постачання товарів з урахуванням рівня замовлень та виду відправлень [23-25].

Таким чином, теоретичні розробки багатьох вчених показали, що поживлення товарного ринку спричиняє за собою збільшення та затребуваність в транспортно-експедиторському обслуговуванні. Цей процес є складним технологічним процесом, а керування ним характеризується наявністю великої кількості альтернатив на різних стадіях прийняття рішень. Сучасні підходи до обґрунтування прийняття рішень при управлінні ТЕО дозволяють вирішувати досить вузьке коло завдань. Тому потрібно вибрати методичний підхід щодо формування раціональної схеми обслуговування замовлень для подальшого зниження вартості доставки вантажів та відповідного збільшення прибутку ТЕП.

Формулювання мети статті

Метою даної роботи є формування раціональної схеми обслуговування замовлення на доставку вантажів транспортно-експедиторським підприємством за рахунок ефективної організації роботи. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити задачі:

– розробити підхід щодо формування раціональної схеми обслуговування замовлення на доставку вантажів ТЕП;

– провести експериментальні дослідження по формуванню раціональної схеми обслуговування замовлень на доставку вантажів;

– проаналізувати результати дослідження та розробити практичні рекомендації запропонованих рішень.

Виклад основного матеріалу

Транспортна експедиція містить у собі великий комплекс додаткових, стосовно транспортного процесу, операцій. Вид і обсяг цих операцій, які виконуються при доставці вантажів, різні. Вони обумовлюються характером і видом перевезених вантажів. При комплексному ТЕО основні транспортно-експедиторські операції можна згрупувати за наступними напрямками [1]: укладання договорів на ТЕО; вибір найбільш раціональних видів транспорту; платіжно-розрахункові операції; приймально-здавальні операції й оформлення документації; митні операції; інформування учасників транспортного процесу про рух вантажу; перевалка вантажу з одного виду транспорту на інший; оформлення актів про виявлення дефектів вантажу; перевезення вантажів; збереження; навантаження-розвантаження; упакування; сортування; супровід; маркування; передача вантажу; ремонт тари і пакувальних матеріалів.

Більшість з перерахованих операцій не пов'язані між собою і можуть виконуватися як однією, так і декількома різними організаціями. Однак практика роботи підтверджує доцільність виконання усіх функцій, пов'язаних із процесом переміщення вантажу, спеціалізованими ТЕР. Така організація транспортно-експедиторської роботи цілком звільняє відправників вантажу і вантажоодержувачів від виконання функцій, пов'язаних з доставкою вантажу, сприяє значному поліпшенню транспортного процесу. Однак з цього не випливає, ТЕР повинні виконувати весь перелік допоміжних операцій, що супроводжують організацію і здійснення транспортного процесу. Питання полягає у виборі певних операцій з метою виконання вимог клієнтури, що обслуговується на такому рівні якості експедиційного обслуговування, який би включав: створення умов для раціональної організації перевезень вантажів і поліпшення використання транспортних засобів; забезпечення максимальних зручностей для відправників вантажу і вантажоодержувачів; зниження вартості виконання допоміжних операцій.

Запропонуємо декілька альтернативних схем транспортно-експедиторського обслуговування клієнтів, які формуються на переліку та відповідного позначення операцій технологічного процесу ТЕО: 1 – пошук клієнта; 2 – врегулювання умов поставки; 3 – вибір транспортного засобу; 4 – розробка маршруту; 5 – вибір виду транспорту; 6 – підготовка вантажу до відправлення; 7 – прийом вантажу одержувачем; 8 – оформлення документів; 9 – транспортування; 10 – прийом замовлення; 11 – укладання договору перевезення; 12 – виконання навантажувально-розвантажувальних робіт; 13 – інформаційне обслуговування; 14 – страхування; 15 – розрахунково-фінансові операції; 16 – митне оформлення; 17 – вибір перевізника. Для прикладу представимо одну схему – схему 3 (рис.1).

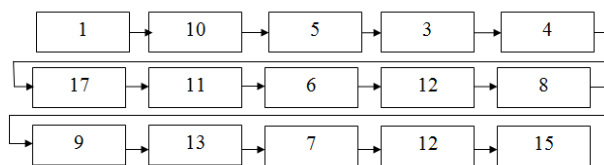


Рис.1. Послідовність виконання операцій ТЕО за схемою 3

Для визначення раціональної схеми обслуговування замовлень запропоновано використовувати якості критерію – прибуток ТЕР (Π) [26]. Який можна описати цільовою функцією з урахуванням обсягу відправки вантажу (Q), відстані перевезення (L) та виду відповідної схеми обслуговування (N)

$$\Pi = f(N, Q, L) \rightarrow \max. \quad (1)$$

Для розробленої цільової функції представимо систему обмежень, дані в якій одержані в результаті аналізу замовлень на ТЕО в транспортно-експедиторській компанії ТОВ «ВЕЛЕС-ТА»

$$\begin{cases} 1 \leq N \leq 7 \\ 80 \leq L \leq 1817 \\ 0,45 \leq Q \leq 21,45 \end{cases} \quad (2)$$

Прибуток визначається за наступною формулою

$$\Pi = Q \cdot L \cdot \sum_{i=1}^n T_i - \sum_{i=1}^n Z_i, \quad (3)$$

де T_i – сума тарифів на виконання i -тих операцій за відповідною схемою обслуговування, грн/ткм.;

Z_i – витрати підприємства на виконання відповідної операції, грн;

n – кількість відповідних операцій за визначеною схемою.

Витрати підприємства на виконання відповідної операції в загальному виді

$$Z_i = \sum_{j=1}^m S_j \cdot t_i, \quad (4)$$

де S_j – собівартість часу виконання відповідних j -их елементів технологічної операції, грн/год.;

t_i – час виконання відповідної i -ої операції, год.;

m – кількість відповідних елементів технологічної операції.

Для дослідження було оброблено 150 заявок про надання транспортного обслуговування, які надійшли на підприємство (ТОВ «ВЕЛЕС-ТА»). Для подальшої обробки даних така кількість інформації не потрібна, тому що тоді розрахунки стають громіздкими.

З метою одержання найбільш достовірних даних про параметри транспортного та експедиторського процесу визначимо необхідну кількість спостережень за формулою [27]

$$n' = \frac{\sigma^2 \cdot t_{\beta}^2}{\varepsilon^2 + t_{\beta}^2 \cdot \frac{\sigma^2}{N}}, \quad (5)$$

де n' – обсяг вибірки, од.;

t_β – показник вірогідності для заданого рівня довірчої імовірності, при рівні $\beta_0 = 0,95$ $t_\beta = 1,96$;

σ^2 – середньоквадратичне відхилення результатів спостережень;

ε – похибка розрахунків;

N – загальна кількість спостережень, $N = 150$ од.

Похибка розрахунків

$$\varepsilon = \mu \cdot (1 - P_D), \quad (6)$$

де μ – математичне очікування;

P_D – рівень довірчої ймовірності, $P_D = 0,95$.

Середньоквадратичне відхилення результатів спостережень

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}, \quad (7)$$

де x_i – середнє значення показника для i -го спостереження;

Математичне очікування

$$\mu = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i. \quad (8)$$

Результати розрахунків наведені у табл.2. Для визначення моделі залежності прибутку ТЕП від схеми обслуговування розроблено план експерименту. Було обрано 3 рівні варіювання, позначимо їх наступним чином: «-» - 1-й рівень варіювання (min), «0» - 2-й рівень (mid), «+» - 3-й рівень (max). Кіль-

кість експериментів визначається для двох параметрів та трьох рівнів і дорівнює дев'яти.

Таблиця 2

Результати розрахунку кількості спостережень

Показники	Обсяг партії вантажу, т	Відстань доставки, км
Математичне очікування	10,95	948,5
Середньоквадратичне відхилення	3,8	342,8
Похибка розрахунків	0,4	30,5
Обсяг вибірки	127	142

Для пілотної вибірки розраховується достатня кількість дослідів в кожній серії за формулами (5-8). Прорахувавши математичну модель у 9 серіях, отримано значення достатньої кількості дослідів. Результати експерименту наведено у табл.3. Щоб проаналізувати отримані результати проведено оцінку відтворюваності експерименту. Для цього використано критерій Кохрена, розрахункове значення його за розрахунками менше табличного.

Відповідно до розробленої математичної моделі та методики вибору раціональної схеми обслуговування замовлення, з використанням пакету MS Excel проведено розрахунок оціночного показника (табл.3).

Для аналізу впливу відстані доставки та обсягу відправлення на прибуток ТЕП зроблено регресійний аналіз, а також побудовані лінійні регресійні моделі.

Таблиця 3

Результати розрахунків прибутку ТЕП за схемами обслуговування

Серія дослідів	Прибуток за схемою обслуговування, грн.						
	Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4	Схема 5	Схема 6	Схема 7
Серія 1	608,83	449,25	464,87	121,16	653,60	481,60	352,14
Серія 2	-7266,17	-10457,62	-10442,00	-6586,71	-3547,40	-7919,40	-10555,73
Серія 3	-15141,17	-21364,50	-21348,88	-13294,59	-7748,40	-16320,40	-21463,61
Серія 4	12533,80	12461,07	12650,39	18384,44	19003,73	18918,58	18962,82
Серія 5	4658,80	1554,20	1743,52	11676,57	14802,73	10517,58	8054,95
Серія 6	-3216,20	-9352,68	-9163,36	4968,69	10601,73	2116,58	-2852,93
Серія 7	24458,77	24472,89	24835,91	36647,72	37353,86	37355,56	37573,50
Серія 8	16583,77	13566,02	13929,04	29939,85	33152,86	28954,56	26665,63
Серія 9	8708,77	2659,14	3022,16	23231,97	28951,86	20553,56	15757,75

Регресійна модель для схеми обслуговування 1

$$\Pi_1 = -152,12 - 750 \cdot Q + 13,73 \cdot L. \quad (9)$$

Регресійна модель для схеми обслуговування 2

$$\Pi_2 = -189,755 - 1038,75 \cdot Q + 13,83 \cdot L. \quad (10)$$

Регресійна модель для схеми обслуговування 3

$$\Pi_3 = -190,135 - 1038,75 \cdot Q + 14,03 \cdot L. \quad (11)$$

Регресійна модель для схеми обслуговування 4

$$\Pi_4 = -1273,64 - 638,845 \cdot Q + 21,028 \cdot L. \quad (12)$$

Регресійна модель для схеми обслуговування 5

$$\Pi_5 = -856,64 - 400,095 \cdot Q + 21,12853 \cdot L. \quad (13)$$

Регресійна модель для схеми обслуговування 6

$$\Pi_6 = -856,64 - 800,095 \cdot Q + 21,228 \cdot L. \quad (14)$$

Регресійна модель для схеми обслуговування 7

$$\Pi_7 = -894,66 - 1038,85 \cdot Q + 21,42853 \cdot L. \quad (15)$$

По отриманим регресійним моделям проведені розрахунки за комбінацією значень вхідних параметрів (рис.2).

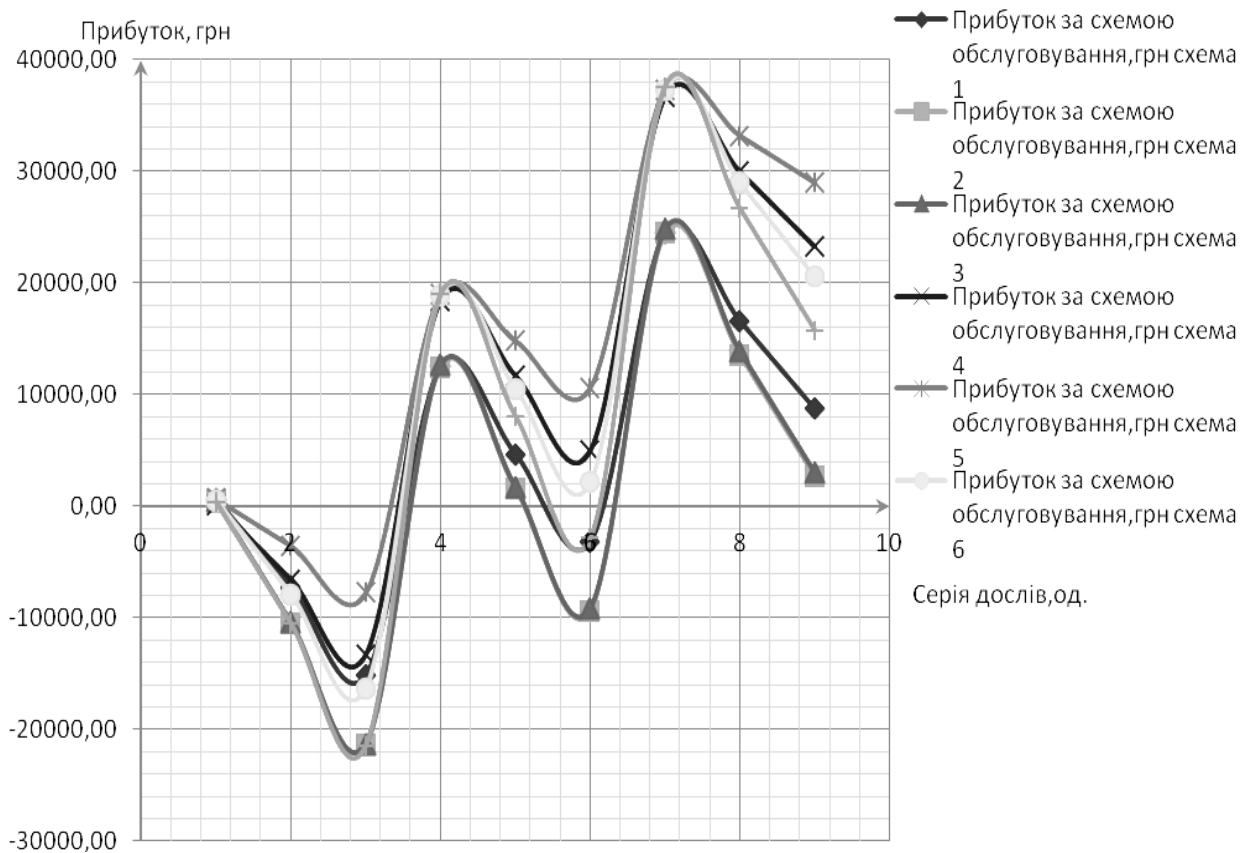


Рис.2. Графічне представлення результатів визначення прибутку за регресійними моделями для всіх схем обслуговування

Враховуючи цільову функцію критерію ефективності визначаємо максимальний прибуток серед отриманих результатів по всім схемам обслуговування та серіям, який склав 37573,50 гривень при обслуговуванні замовлення на доставку 0,45 тонн на відстань 1817 кілометрів за сферою №7. Виходячи з отриманих результатів розрахунків максимальний прибуток досягається при наданні послуг за сферою обслуговування №5.

Висновки

Встановлено, що поживлення товарного ринку спричиняє за собою збільшення та затребуваність в транспортно-експедиторському обслуговуванні. Цей процес є складним технологічним процесом, а керування ним характеризується наявністю великої кількості альтернатив на різних стадіях прийняття рішень. Сучасні підходи до обґрунтування прийняття рішень при управлінні ТЕО дозволяють вирішувати досить вузьке коло завдань. Тому потрібно вибрати методич-

ний підхід щодо формування раціональної схеми обслуговування замовлень для подальшого зниження вартості доставки вантажів та відповідного збільшення прибутку транспортно-експедиторського підприємства. Визначено, що і клієнти і постачальники транспортно-експедиторських послуг прагнуть оптимізувати витрати, впроваджувати інноваційні технології, підвищувати якість сервісу, налагоджувати ефективну організацію роботи.

Запропоновано сім альтернативних схем обслуговування замовлення на доставку вантажів транспортно-експедиторським підприємством, які враховують можливі комбінації виконання переліку відповідних операцій, що супроводжують організацію і здійснення транспортного процесу. Процес вибору раціональної схеми обслуговування замовлення на доставку вантажів ТЕП відбувається за максимальним прибутком, з урахуванням встановлених параметрів: схеми обслуговування клієнтів, відстань перевезення, обсяг відправки вантажу.

З метою одержання найбільш достовірних даних про параметри транспортного процесу було визначено необхідну кількість спостережень, яка склала для об'єму партії вантажу 127 спостережень, для відстані доставки – 142 спостереження. Розроблений повнофакторний план експерименту надає змогу адекватно оцінити вплив вхідних параметрів – об'єм партії відправки та відстань доставки, на критерій ефективності – прибуток ТЕП.

На основі регресійного аналізу результатів експерименту визначена регресійна модель у лінійній формі з ненульовим коефіцієнтом, у якій кожний коефіцієнт вказує на ступінь впливу відповідного фактору на результативний показник – прибуток ТЕП. Встановлено, що ця модель є найбільш адекватною, оскільки значення показника «R-квадрат» є найбільшим і дорівнює 1. Найбільший ефект досягається при обслуговуванні замовлення на доставку партії вантажу 21,45 т на відстань 1817 км за схемою обслуговування №5 (найменш витратна за кількістю послуг, часом виконання робіт, достатньо ефективно використовуються транспортні та навантажувально-розвантажувальні засоби).

Література

1. Нагорний, Є.В. Транспортно-експедиторська діяльність [Текст] / Є.В. Нагорний, Д.В. Ломотько, Н.Ю. Шраменко, В.С. Наумов, О.В. Павленко.: підручник. - Х.: ХНАДУ. - 2013. – 352 с.
2. Вантажообіг підприємств транспорту. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Velykodnyi, D., Pavlenko, O. (2017). The choice of rational technology of delivery of grain cargoes in the containers in the international traffic. *International journal for traffic and transport engineering*, 7(2), 164-175.
4. Шраменко, Н.Ю. Формування альтернативних варіантів транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників під час інтермодальних перевезень

[Текст] / Н.Ю. Шраменко, О.О. Орда // *Автомобільний транспорт*. - 2015. - № 37, - С. 70–77.

5. Naumov, V., Kholeva, O. (2017). Studying Demand for Freight Forwarding Services in Ukraine on the Base of Logistics Portals. *Data Procedia Engineering*, 187, 317-323.
6. Okyere, S., Yang, J.Q., Aning, K.S., Zhan, B. (2019). Review of Sustainable Multimodal Freight Transportation System in African Developing Countries: Evidence from Ghana. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 41, 155-174.
7. Aulin, V., Lyashuk, O., Pavlenko, O., Velykodnyi, D., Hrynkiv, A., Lysenko, S., Holub, D., Vovk, Y., Dzyura, V., Sokol, M. (2019). Realization of the logistic approach in the international cargo delivery system. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 21(2), 3-12.
8. Rossolov, A., Kopytkov, D., Kush, Y., Zadorozhna V. (2017). Research of effectiveness of unimodal and multimodal transportation involving land modes of transport. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(89), 60-69.
9. Naumov, V. (2018). Modeling Demand for Freight Forwarding Services on the Grounds of Logistics Portals Data. *Transportation Research Procedia*, 30, 324-331.
10. Wang, X., Kopfer, H., Gendreau, M. (2014). Operational transportation planning of freight forwarding companies in horizontal coalitions. *European Journal of Operational Research*, 237(3), 1133-1141.
11. Krajewska, M.A., Kopfer, H. (2019). Transportation planning in freight forwarding companies: Tabu search algorithm for the integrated operational transportation planning problem. *European Journal of Operational Research*, 197 (2), 741-751.
12. Naumov, V., Omelchenko, T. (2017). Model of the Delivery Routes Forming Process as a Service Provided by Forwarding Companies. *Procedia Engineering*, 187, 167-172.
13. Rosanoa, M., Demartina, C.G., Lambertia, F., Perboliab, G. (2018) A mobile platform for collaborative urban freight transportation. *Transportation Research Procedia*, 30, 14-22.
14. Нефьодов, В.М. Методика формування ресурсозберігаючої технології доставки вантажів транспортно-логістичним центром [Текст] / В.М. Нефьодов, О.В. Павленко, О.П. Калініченко // *Комунальне господарство міст*. - 2018. - 142. – С. 96-102.
15. Bian, G.R., Li, H.S., Dai, G.L. (2012). Research on the Optimization of Transportation Routing Problem of Warehouse Material Based on Self-Adaptive Ant Colony Algorithm. *Applied Mechanics and Materials*, 236-237, 1122-1127.
16. Kopytkov, D. An approach to determine the rational scheme of delivery for the international consolidated shipments. [Текст] / D. Kopytkov O. Pavlenko // *Комунальне господарство міст*. - 2019. - 147 (1). - 35-41.
17. 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*, 17(7), 87-91.
18. Hanbazazah, A.S., Abril, L., Erkoc, M., Shaikh, N. (2019). Freight consolidation with divisible shipments, delivery time windows, and piecewise transportation costs. *European Journal of Operational Research*. 276(1), 187-201.
19. Saeed, N. (2013). Cooperation among freight forwarders: Mode choice and intermodal freight transport. *Research in Transportation Economics*, 42(1), 77-86.

20. Chen, G., Cheung, W., Chu, S.C., Xu, L. (2017). Transshipment hub selection from a shipper's and freight forwarder's perspective. *Expert Systems with Applications*, 83, 396-404.

21. Sosik, K., Turzeniecka, M., Iwan, S. (2019). Difficulties affecting distribution process in a city - a forwarder perspective. *Transportation Research Procedia*, 39, 480-487.

22. Harry K. H., Chow K. L., Choy W. B. A strategic knowledge-based planning system for freight forwarding industry. *Expert Systems with Applications*. 2007. Vol. 33, Is. 4. P. 936-954.

23. Shramenko, N., Pavlenko, O., Muzylyov, D. (2019). Information and Communication Technology: Case of Using Petri Nets for Grain Delivery Simulation at Logistics System, *CEUR Workshop Proceedings*, 2353, 935-949.

24. Kopytkov, D., Pavlenko, O., Kalinichenko, O. (2018). A technique to determine the optimum package of logistic services provided by the transport and logistics centre. *Modern Management: Logistics and Education. Monograph*. 150-157.

25. Konovalenko, I., Ludwig, A. (2019). Event processing in supply chain management – The status quo and research outlook. *Computers in Industry*, 105, 229-249.

26. Naumov, V. (2012). Definition of the optimal strategies of transportation market participators. *Transport Problems: an International Scientific Journal*, 7(1), 43-52.

27. Aulin, V., Pavlenko, O., Velikodnyy, D., Kalinichenko, O., Zielinska, A., Hrinkiv, A., Diychenko, V., Dzyura, V. (2019). Methodological approach to estimating the efficiency of the stock complex facing of transport and logistic centers in Ukraine. *Proceedings Paper 1st International Scientific Conference on Current Problems of Transport (ICCP)*, 120-132.

References

1. Nagorny, E., Lomotko, D., Shramenko, N., Naumov, V., Pavlenko, A. (2013) Forwarding activities. *Kharkiv: KhNA-DU*, 352.

2. Cargo turnover of transport enterprises (n.d.). Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

3. Velykodnyi, D., Pavlenko, O. (2017). The choice of rational technology of delivery of grain cargoes in the containers in the international traffic. *International journal for traffic and transport engineering*, 7(2), 164-175.

4. Orda, O.O., Shramenko, N.Y. (2015). Forming of the forwarding service alternative variants in intermodal transportation. *Automobile transport*, 37, 70-77.

5. Naumov, V., Kholeva, O. (2017). Studying Demand for Freight Forwarding Services in Ukraine on the Base of Logistics Portals. *Data Procedia Engineering*, 187, 317-323.

6. Okyere, S., Yang, J.Q., Aning, K.S., Zhan, B. (2019). Review of Sustainable Multimodal Freight Transportation System in African Developing Countries: Evidence from Ghana. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 41, 155-174.

7. Aulin, V., Lyashuk, O., Pavlenko, O., Velykodnyi, D., Hrynkyv, A., Lysenko, S., Holub, D., Vovk, Y., Dzyura, V., Sokol, M. (2019). Realization of the logistic approach in the international cargo delivery system. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 21(2), 3-12.

8. Rossolov, A., Kopytkov, D., Kush, Y., Zadorozhna V. (2017). Research of effectiveness of unimodal and multimodal transportation involving land modes of transport. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(89), 60-69.

9. Naumov, V. (2018). Modeling Demand for Freight Forwarding Services on the Grounds of Logistics Portals Data. *Transportation Research Procedia*, 30, 324-331.

10. Wang, X., Kopfer, H., Gendreau, M. (2014). Operational transportation planning of freight forwarding companies in horizontal coalitions. *European Journal of Operational Research*, 237(3), 1133-1141.

11. Krajewska, M.A., Kopfer, H. (2019). Transportation planning in freight forwarding companies: Tabu search algorithm for the integrated operational transportation planning problem. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 741-751.

12. Naumov, V., Omelchenko, T. (2017). Model of the Delivery Routes Forming Process as a Service Provided by Forwarding Companies. *Procedia Engineering*, 187, 167-172.

13. Rosanoa, M., Demartinia, C.G., Lambertia, F., Perboliab, G. (2018) A mobile platform for collaborative urban freight transportation. *Transportation Research Procedia*, 30, 14-22.

14. Nefyodov, V., Pavlenko, O., Kalinichenko, O. (2018) The technique to form the resource-saving technology of cargo delivery by the transport and logistics center. *Municipal economy of cities*, 142, 96-102.

15. Bian, G.R., Li, H.S., Dai, G.L. (2012). Research on the Optimization of Transportation Routing Problem of Warehouse Material Based on Self-Adaptive Ant Colony Algorithm. *Applied Mechanics and Materials*, 236-237, 1122-1127.

16. Kopytkov, D., Pavlenko O. (2019). An approach to determine the rational scheme of delivery for the international consolidated shipments. *Municipal economy of cities*. 147(1), 35-41.

17. 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*, 17(7), 87-91.

18. Hanbazazah, A.S., Abril, L., Erkoc, M., Shaikh, N. (2019). Freight consolidation with divisible shipments, delivery time windows, and piecewise transportation costs. *European Journal of Operational Research*. 276(1), 187-201.

19. Saeed, N. (2013). Cooperation among freight forwarders: Mode choice and intermodal freight transport. *Research in Transportation Economics*, 42(1), 77-86.

20. Chen, G., Cheung, W., Chu, S.C., Xu, L. (2017). Transshipment hub selection from a shipper's and freight forwarder's perspective. *Expert Systems with Applications*, 83, 396-404.

21. Sosik, K., Turzeniecka, M., Iwan, S. (2019). Difficulties affecting distribution process in a city - a forwarder perspective. *Transportation Research Procedia*, 39, 480-487.

22. Harry K. H., Chow K. L., Choy W. B. A strategic knowledge-based planning system for freight forwarding industry. *Expert Systems with Applications*. 2007. Vol. 33, Is. 4. P. 936-954.

23. Shramenko, N., Pavlenko, O., Muzylyov, D. (2019). Information and Communication Technology: Case of Using Petri Nets for Grain Delivery Simulation at Logistics System, *CEUR Workshop Proceedings*, 2353, 935-949.

24. Kopytkov, D., Pavlenko, O., Kalinichenko, O. (2018). A technique to determine the optimum package of logistic services provided by the transport and logistics centre. *Modern Management: Logistics and Education. Monograph*. 150-157.

25. Konovalenko, I., Ludwig, A. (2019). Event processing in supply chain management – The status quo and research outlook. *Computers in Industry*, 105, 229-249.

26. Naumov, V. (2012). Definition of the optimal strategies of transportation market participators. *Transport Problems: an International Scientific Journal*, 7(1), 43-52.

27. Aulin, V., Pavlenko, O., Velikodnyy, D., Kalinichenko, O., Zielinska, A., Hrinkiv, A., Diychenko, V., Dzyura, V. (2019). Methodological approach to estimating the efficiency of the stock complex facing of transport and logistic centers in Ukraine. *Proceedings Paper 1st International Scientific Conference on Current Problems of Transport (ICCPT)*, 120-132

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Волков, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

Автор: ПАВЛЕНКО Олексій Вікторович
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail – ttpov@ukr.net

ID OTCID: <http://orcid.org/0000-0003-4237-4310>

Автор: ВЕЛИКОДНИЙ Денис Олександрович
кандидат технічних наук, доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail – atdvnz@ukr.net

ID OTCID: <http://orcid.org/0000-0001-6375-5775>

FORMING OF A RATIONAL SCHEME OF SERVICING ORDERS FOR CARGO DELIVERY BY THE FREIGHT FORWARDING COMPANY

O. Pavlenko¹, D. Velykodnyi²

¹Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

²Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytsky, Ukraine

The paper analyzes this day state of development and current trends in the forming of a rational scheme for servicing cargo delivery orders within the framework both individual enterprises and transport on the whole. It's allowed to form the main purposes of the study this article. The scientific works about the cargo delivery improvement by the freight forwarding enterprise focus on the development of effective interaction between the process participants, but they don't consider possible changes in the execution of technological operations under the impact of relevant factors. It has been determined there is a need to choose a methodical approach to form a rational order servicing scheme to further reduce the cost of cargo delivery and accordingly to increase the profits of freight forwarding enterprise. Seven alternative schemes of servicing the order for the cargo delivery by the freight forwarding company have been proposed. They take into account the possible combinations of the relevant operations list execution that accompany the transport process organization and realization. The process of choosing a rational scheme for the cargo delivery is guided by the maximum profit and considers the established parameters, such as: the customer service scheme, the transportation distance, the volume of cargo. In order to obtain the most reliable data on the parameters of the transport process, the required number of observations has been determined; it amounted to 127 observations of the volume of shipment, and 142 ones of the delivery distances. The developed plan of full-factorial experiment allows to adequately assessing the effect of initial parameters (a shipment volume and a delivery distance) on the efficiency criterion (an enterprise's profit). The model's reproducibility check was performed with use Cochran's criterion, that was amounted 0.9779; it means the experiment can will be reproduce. According to certain assumptions, values of initial data and duration of operations that were performed by the enterprise, it has been calculated the values of the elements of the estimation indicator – income and expenses for each scheme of service, as well as the efficiency criterion – the profit. On the basis of the regression analysis of the experiment's results, a regression model in linear form with a non-zero coefficient has been determined, in which each coefficient indicates the respective factor influence quantity on the resultant indicator – the profit. It is found this model is the most adequate because the value of the "R-square" is the largest and equal to 1. The results of the profit determination showed that the highest level of the indicator is achieved when servicing the order for cargo delivery of 21.45 tons for a distance of 1817 km according to the scheme service № 5; it is the least costly in terms of number of services, time of work execution, when the vehicles and handling machinery are used effectively enough. In this case the company makes a profit of 28951.86 UAH, which is many 26292.69 UAH than servicing the order the existing in the enterprise scheme № 2.

Keywords: rational scheme, delivery, freight forwarding company, profit