

Є.В. Нагорний, О.О. Шуліка, Д.О. Вітюк

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

Запропонована у статті модель технології транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників у міжміському сполученні дозволяє здійснити вибір раціональної технології транспортно-експедиторського обслуговування, яка полягає в найбільш повному задоволенні вимог вантажовласників при раціональному використанні ресурсів учасників процесу транспортно-експедиторського обслуговування. В якості критерію запропоновано використовувати комерційний ризик та загальні витрати на транспортно-експедиторське обслуговування.

**Ключові слова:** транспортно-експедиторське обслуговування, комерційний ризик, міжміські перевезення, автомобільний транспорт.

### Постановка проблеми

Завдяки встановленому курсу розвитку транспортної мережі України існує потенціал щодо впровадження новітніх технологій та інформаційного супроводу перевезень, зокрема шляхом створення єдиної інформаційної системи технологічної взаємодії різних видів транспорту, вантажовласників, експедиторів та державних органів контролю на транспорті [1]. На сьогоднішній день все більш гостро постає питання розробки моделі систем доставки вантажів суб'єктами міжміського транспортного ринку на основі комплексного підходу до вирішення транспортних і пов'язаних з ними проблем на якісно високому рівні.

Внаслідок недосконалої технології транспортно-експедиторського обслуговування (ТЕО) заявок при організації доставки вантажів у міжміському сполученні експедитор не має повної необхідної інформації про потреби клієнта на перспективу або не враховує в повному обсязі, що спричиняє вироблення несвоєчасних управлінських рішень. Все це, в першу чергу, впливає на рівень обслуговування споживачів та на комерційний ризик транспортно-експедиторських підприємств (ТЕП). Саме тому питання вибору раціональної технології ТЕО заявок при міжміських перевезеннях вантажів з урахуванням комерційного ризику є актуальним для ТЕП, що працюють на ринку міжміських перевезень.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Міжнародна Федерація експедиторських асоціацій FIATA визначає експедиторські та логістичні послуги, не розділяючи їх, як будь-якого виду послуги, що відносяться до перевезення,

консолідації, зберігання, обробки, пакування, вивезення, завезення товарів, а також допоміжні і консультативні послуги [2]. При цьому основним завданням ТЕО є пошук найбільш ефективного для замовника варіанта доставки вантажів [3].

Питанню підвищення ефективності ТЕО приділено достатньо уваги в роботах таких вчених, як Галабурда В.Г., Комаров А.В., Наумов В. С., Москвіченко І.М., Нагорний Є.В., Смахов А.А., Стаднік В.Г., Шраменко Н.Ю. та інші.

Процес ТЕО є складним технологічним процесом, а управління ним характеризується наявністю великої кількості альтернатив на різних стадіях прийняття рішень та високою відповідальністю за прийняття рішення, що пояснюється досить високою вартістю простоїв транспортних засобів, можливістю псування вантажу і втратою додаткових доходів експедиторів. Аналіз робіт [4-13] дозволив визначити основні операції, серед яких до базових [13] відносяться оформлення товарно-транспортних документів [4,6,7,9-12], інформаційні послуги [5,6-8,11,12], координація взаємодії учасників транспортного процесу [6,11,12], а до таких, що вимагають спеціальні ресурси, відносяться наступні операції [13]: складські операції [6,7,9,11], навантажувально-розвантажувальні роботи (НРР) [6,7,9,10], організація прийому і здачі вантажів [4,6,9,10], платіжно-фінансові послуги [5, 10], розробка і обґрунтування схем доставки [7,12], оформлення документації по страхуванню [6,9], транспортування [4,7,9,10], відповідальний супровід [5,9], контейнеризація і пакування [4,6,7,9,12], митне оформлення [6], маркування вантажів [7,9].

В більшості роботи по оптимізації ТЕО мають теоретичний характер, відсутні математичні

оптимізаційні моделі; пропонується вирішення проблеми шляхом оптимізації одного з напрямків підвищення ефективності ТЕО або роботи присвячені ТЕО для міжнародних перевезень [13]. При цьому специфіка міжміських перевезень розглянута меншою мірою [14]. Таким чином, аналіз досвіду вітчизняних і зарубіжних розробок показав, що існуючі методики оптимізації ТЕО не дозволяють системно підійти до проблеми застосування раціональної технології ТЕО заявок при організації доставки вантажів у міжміському сполученні з урахуванням комерційних ризиків.

### Мета статті

Метою статті є представлення математичної формалізації задачі вибору раціональної технології ТЕО вантажовласників для міжміської доставки вантажів з урахуванням комерційних ризиків ТЕП.

### Виклад основного матеріалу

Об'єктом дослідження є процес ТЕО вантажовласників (ВВ) при організації доставки вантажів у міжміському сполученні.

Процес надання ТЕО можна представити у вигляді контуру функціональних зв'язків формування якості транспортно-експедиторського обслуговування (рис.1).

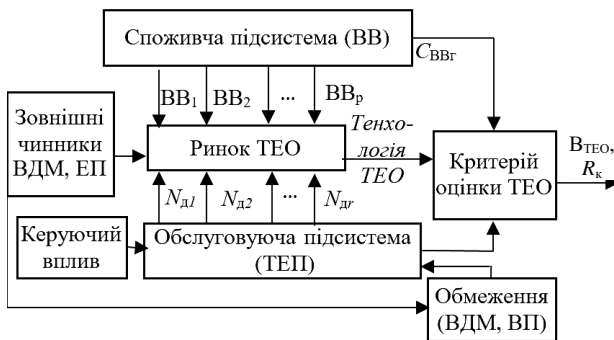


Рис. 1. Контур функціональних зв'язків формування якості транспортного-експедиторського обслуговування

Керованим об'єктом даної системи є ринок ТЕО, який складається з сукупності транспортно-експедиторських підприємств, що формують пропозиції по ТЕО і існують на даному ринку, та сукупності вантажовласників (ВВ), які формують попит на ТЕО. На ринок ТЕО впливає багато факторів-зовнішніх чинників, серед яких економічні показники функціонування учасників на ринку ТЕО, вулично-дорожня мережа, тощо.

Споживчу підсистему формують вантажовласники, які поділені на групи (ВВ<sub>1</sub>, ВВ<sub>2</sub> тощо) за характеристиками, обумовленими комплексом необхідних послуг ТЕО. Попит на ТЕО

формують потоки заявок ВВ. Параметрами потоку заявок ВВ є розмір партії вантажу ( $q, \tau$ ), відстань доставки ( $l_d$ , км), кількість заявок ( $N_s$ , од.) та перелік додаткових послуг, необхідних вантажовласникам.

Транспортно-експедиторські підприємства формують обслуговуючу підсистему, яка розподіляє диспетчерів за групами вантажовласників та переліком робіт, які вони виконують [14].

Система обмежень враховує виробничі потужності обслуговуючої системи та обмеження, обумовлені параметрами вулично-дорожньої мережі.

Керуючий вплив на обслуговуючу підсистему повинен забезпечувати встановлений рівень якості ТЕО при мінімальних витратах на доставку вантажів.

У якості цільової функції в роботі запропоновано мінімізацію загальних витрат на доставку вантажів у міжміському сполученні ( $V_{ТЕО}$ ) та комерційного ризику ( $R_k$ ):

$$\begin{cases} V_{ТЕО} = f(N_d, q, l_d, N_s) \rightarrow \max \\ R_k = f(N_d, q, l_d, N_s) \rightarrow \min \end{cases}, \quad (1)$$

де  $N_d$  – кількість диспетчерів, закріплених за групами вантажовласників, од.

Система обмежень сформована з урахуванням потужностей виробництва та потреб вантажовласників: загальна продуктивність робітників ТЕП повинна бути більшою або рівною загальному обсягу замовлень клієнтів; загальна перевізна здатність усіх задіяних автомобілів певної марки або декількох повинна бути більшою або рівною обсягу заявки певного замовника, при цьому це обмеження стосується кожної окремої заявки.

Таким чином, система обмежень та допущень наступна:

$$\begin{cases} \sum_{n=1}^{N_n} w_n \geq \sum_{j=1}^{N_s} Q_j \\ \sum_{j=1}^{N_s} \sum_{y=1}^Y W_{yj} \geq \sum_{j=1}^{N_s} Q_j \\ 0,05 < q, \tau < 2 \\ 50 < l_d, \text{ км} < 2300 \\ 1 < N_s, \text{ од.} < 45 \\ 1 < N_d, \text{ од.} < 10 \end{cases}, \quad (2)$$

де  $w_n$  – продуктивність виконання роботи  $n$  – м робітником ТЕП, т/період часу;  $Q_j$  – обсяг замовлень  $j$ -ї заявки вантажовласника, т/період часу;  $W_{yj}$  – продуктивність  $y$ -го автомобіля, задіяного для обслуговування  $j$ -ї заявки вантажовласника, т/період часу;  $Y$  – кількість автомобілів, задіяних при ТЕО ВВ.

Декомпозиція загальних витрат на доставку вантажів у міжміському сполученні наступна:

$$\begin{aligned}
 B_{\text{ТЕО}} = & \sum_{i=1}^{N_{\text{ВВ}}} \sum_{j=1}^{N_s} (B_{ji}^{\text{пер}} + B_{ji}^{\text{НРР}} + B_{ji}^{\text{зб}} + B_{ji}^{\text{пв}} + B_{ji}^{\text{стр}} + \\
 & + B_{ji}^{\text{екс}} + E_n \cdot (B_{ji}^{\text{кап}} + B_{ji}^{\text{товар}}) = \\
 & \left( \begin{aligned}
 & q_{ji} \cdot \left( \frac{l_{dji}}{q_n \cdot \gamma_{ji}} \cdot \left( \frac{C_{\text{зм}}}{\beta} + \frac{C_{\text{пост}}}{\beta \cdot V_t} + \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{t_{ji}^{\text{НР}} \cdot C_{\text{пост}}}{l_{dji}} \right) + t_{ji}^{\text{НР}} \cdot C_{1\text{т-год}}^{\text{НР}} + \right. \\
 & + C_{1\text{т-год}}^{\text{зб}} \cdot t_{ji}^{\text{зб}} + C_{1\text{т}}^{\text{пв}} + C_{1\text{т}}^{\text{стр}} + \\
 & + C_{1\text{год}}^{\text{д}} \cdot (t_{\text{супр}}^{1\text{т}} + t_{dji}^{1\text{т}} \cdot N_{dji}) + \\
 & + \frac{V_{\text{ор}} + E_n \cdot V_{\text{кап}}}{\sum_{j=1}^{N_s} Q_{ji}} + D_{ji} \cdot \delta + \\
 & \left. + \frac{V_{\text{ком}} \cdot t_{ji}^{\text{обсл}}}{T} + \frac{V_{\text{зв}}}{N_s} + E_n \cdot V_{ji}^{\text{товар}} \right)
 \end{aligned} \right) \quad (3)
 \end{aligned}$$

де  $B_{ji}^{\text{пер}}$  – витрати на перевезення вантажу  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/період часу;  $B_{ji}^{\text{НРР}}$  – витрати на навантажувально-розвантажувальні роботи з вантажем  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/період часу;  $B_{ji}^{\text{зб}}$  – витрати на зберігання вантажу  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/період часу;  $B_{ji}^{\text{пв}}$  – витрати на підготовку вантажу  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/період часу;  $B_{ji}^{\text{стр}}$  – витрати на страхування вантажу  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/період часу;  $B_{ji}^{\text{екс}}$  – витрати на експедиторські операції, що надаються для  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/період часу;  $E_n$  – галузевий нормативний коефіцієнт ефективності;  $B_{ji}^{\text{кап}}$  – капітальні вкладення в технічні засоби, будівлі і споруди, віднесені до  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/період часу;  $B_{ji}^{\text{товар}}$  – вартість товару, що знаходиться в дорозі,  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/період часу;  $N_{\text{ВВ}}$  – кількість груп вантажовласників стосовно комплексу послуг ТЕО, що надаються транспортно-експедиторським підприємством, од./період часу.  $Q_{ji}$  – обсяг замовлення  $j$ -ї заявки ВВ, який належить до  $i$ -ї групи ВВ, т/заявка;  $q_n$  – номінальна вантажність автомобіля, т;  $\gamma$  – коефіцієнт використання вантажності;  $C_{\text{зм}}$ ,  $C_{\text{пост}}$  – відповідно змінні та постійні складові собівартості перевезень, грн/км та грн/год.;  $\beta$  – коефіцієнт використання пробігу на маршруті;  $V_t$  – технічна швидкість автомобіля, км/год.;  $C_{1\text{т-год}}^{\text{НР}}$ ,  $C_{1\text{т-год}}^{\text{зб}}$  – відповідно собівартість 1 год. НРР та зберігання 1т вантажу грн/(т·год.);  $t_{ji}^{\text{НР}}$ ,  $t_{ji}^{\text{зб}}$ ,  $t_{ji}^{\text{обсл}}$  – відповідно час навантаження-розвантаження, зберігання та обслуговування партії вантажу  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи

ВВ, год.;  $C_{1\text{т}}^{\text{пв}}$ ,  $C_{1\text{т}}^{\text{стр}}$  – відповідно витрати на підготовку до відправлення та вартість страховки 1 т вантажу  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/т;  $C_{1\text{год}}^{\text{д}}$  – зведені витрати роботи диспетчерів, які займаються оформленням транспортної документації, грн/год.;  $t_{\text{супр}}^{1\text{т}}$ ,  $t_{dji}^{1\text{т}}$  – питомий час відповідно на базовий супровід та на виконання додаткових послуг диспетчером при обслуговуванні  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, год./т;  $V_{\text{ком}}$ ,  $V_{\text{ор}}$ ,  $V_{\text{кап}}$ ,  $V_{\text{зв}}$  – витрати на комунальні платежі, оренду приміщення, капітальні вкладення ТЕП, на послуг зв'язку відповідно, грн/період часу;  $D_{ji}$  – доходи ТЕП від обслуговування  $j$ -ї заявки  $i$ -ї групи ВВ, грн/заявка;  $\delta$  – частка витрат на заробітну плату диспетчера;  $T$  – загальний час роботи диспетчера за місяць, год/період часу.

Комерційний ризик ТЕП є складовою показника надійності при визначенні якості ТЕО та пов'язаний з ймовірністю втрат під час надання ТЕО. В дослідженні пропонується розглядати комерційний ризик як ризик недоотримання очікуваних доходів транспортно-експедиторського підприємства при застосуванні різних технологій ТЕО. Для вибору найбільш ефективної технології ТЕО необхідно:

- провести розрахунок очікуваного доходу та ризику недоотримання доходу при застосуванні відповідних технологій ТЕО та обрати найбільш ефективну з них, використовуючи математичні методи теорії ігор;

- провести вибір домінуючого рішення із множини оптимальних для призначення найбільш ефективної технології ТЕО.

Використання конкретної технології ТЕО передбачає отримання ТЕП очікуваної величини доходу  $D_{ts}$  з урахуванням витрат ТЕО. Кожен з цих параметрів, що є випадковими величинами, описує визначений стан системи доставки у той чи інший момент часу. Визначення очікуваної величини доходу  $D_{ts}$  від реалізації  $t$ -го варіанту технології ТЕО при  $s$ -му варіанті стану системи доставки вантажів у міжміському сполученні визначається за формулою:

$$D_{ts} = B_{\text{ТЕО } ts} \cdot \left( 1 + \frac{H_{\text{ПДВ}}}{100} \right) \cdot \left( 1 + \frac{H_{\text{ПП}}}{100} \right), \quad (4)$$

де  $H_{\text{ПДВ}}$  – ставка податку на додану вартість, %;  $H_{\text{ПП}}$  – очікувана норма прибутку ТЕП, %.

Виходячи з того, що процес доставки вантажів у міжміському сполученні характеризується частковою невизначеністю, тому значення очікуваного доходу  $D_{ts}$  при використанні визначеної технології ТЕО обумовлюється умовними ймовірностями його отримання при кожному стані

системи перевезення  $S_s$ . У зв'язку з цим, потрібно провести розрахунок ймовірностей за залежністю

$$p_s = \frac{D_s}{\sum_{s=1}^s D_s}. \quad (5)$$

В цьому випадку  $\sum_{s=1}^s p_s = 1$  можна знайти величину математичного очікування виграшу для кожного варіанту ТЕО при доставці вантажу у міжміському сполученні:

$$M_t = \sum_{s=1}^s p_s \cdot D_s. \quad (6)$$

Оптимальною стратегією ТЕП по виборі технології ТЕО для доставки вантажу буде варіант, для якого величина математичного очікування приймає максимальне значення:

$$M_{opt} = \max_s M_t. \quad (7)$$

При дослідженні «гри з природою» вводиться показник, який дозволяє оцінити наскільки той чи інший стан «природи» (системи доставки вантажів у міжміському сполученні) впливає на кінцевий результат. Цей показник називається ризиком. Він враховує можливість неотримання очікуваного доходу ТЕП при застосуванні різних технологій ТЕО. Тобто ризик враховує випадковий характер величин, що визначають часткову невизначеність процесу доставки тарно-штучного вантажу.

При використанні технології  $T_t$  та станом системи доставки  $S_s$  різниця між максимально можливим виграшом  $D_s^{max}$  при конкретному стані системи доставки вантажу  $S_s$  та очікуваним прибутком  $D_{ts}$  при обраному варіанті технології ТЕО  $T_t$  називається ризиком  $r_{ts}$ :

$$r_{ts} = D_s^{max} - D_{ts}, \quad (8)$$

де  $D_s^{max} = \max_t D_{ts}$  – максимальне число у значеннях за станами системи доставки вантажу  $S_s$ , тобто  $r_{ts} \geq 0$ .

Для призначення оптимального варіанту ТЕО з точки зору невизначеності процесу доставки можна використовувати значення середнього ризику:

$$\bar{r} = \sum_{s=1}^s r_{ts} \cdot p_s. \quad (9)$$

Оптимальною стратегією по виборі технології ТЕО буде варіант, для якого середній ризик є мінімальним:

$$\bar{r}^{min} = \min_t \bar{r}. \quad (10)$$

Шляхом порівняння на площині відповідних кожному рішенню, наприклад, середнього очікуваного доходу  $M^{max}$  та ризику  $\bar{r}^{min}$  можливо обрати домінуюче рішення по виборі технології ТЕО. При цьому варіанті вибір технології ТЕО буде однозначний, бо обрані стратегії з точки зору ТЕП та із врахуванням ризику, що виникає при частковій невизначеності процесу доставки вантажу, повинні співпадати.

У випадку, коли з'являються непорівняльні пари  $M^{max}$ ,  $\bar{r}^{min}$  і, відповідно, не домінуючі рішення, то утворюється множина оптимальних рішень по Парето, серед якої і потрібно шукати краще або компромісне рішення.

Вибір компромісного рішення для призначення раціонального варіанту технології ТЕО проводимо за залежністю

$$T_{opt}(T_t) = \left[ \max_t \min_s M^{max}(T_t); \bar{r}^{min}(T_t) \right] \quad (11)$$

При формуванні раціональної технології ТЕО у міжміському сполученні в основі методики проведення дослідження враховується класична система якості [15], сутність якої полягає в сукупності чотирьох основних елементів: маркетинг, проектування послуги, надання послуги, аналіз виконання послуги та підвищення якості.

Проведення експериментальних досліджень заплановано виконувати в три етапи.

На першому етапі експерименту шляхом проведення натурних спостережень збирається інформація про параметри, що впливають на процес ТЕО. На їх основі визначаються значення параметрів моделі, що мають випадковий характер. Також на даному етапі шляхом використання експертного методу проводиться розбиття вантажовласників на групи в залежності від переліку додаткових послуг.

На другому етапі експерименту шляхом проведення повнофакторного експерименту з урахуванням моделювання параметрів потоку заявок визначаються раціональні технології ТЕО заявок при організації доставки вантажів у міжміському сполученні при різних умовах експлуатації.

На третьому етапі проводиться регресійний аналіз з метою визначення регресійних моделей залежності загальних витрат від параметрів потоку заявок на транспортне обслуговування та специфіки



надання ТЕО по визначених групам ВВ. На наступному кроці визначаються оптимальні області використання визначених технологій ТЕО заявок для різних груп ВВ з урахуванням комерційного ризику ТЕП, тобто визначаються інтервали входних параметрів моделі, при яких значення критерію ефективності є оптимальним.

### Висновки

В роботі запропоновано в якості критерію ефективності ТЕО використовувати комерційний ризик недоотримання доходів ТЕП та загальні витрати ТЕО, які враховують економічні інтереси всіх суб'єктів: перевізника, вантажовласника, транспортно-експедиторського підприємства.

Застосування розробленої моделі процесу ТЕО дозволяє здійснити вибір раціональної технології ТЕО ВВ при міжміських перевезеннях, яка полягає в найбільш повному задоволенні вимог вантажовласників щодо умов ТЕО при раціональному використанні ресурсів учасників процесу ТЕО у умовах ризику.

В подальшому необхідно провести експериментальні дослідження за допомогою методу експертних оцінок для встановлення груп вантажовласників в залежності від комплексу послуг з ТЕО; провести експериментальні дослідження щодо визначення залежності загальних витрат ТЕП від встановленого переліку послуг ТЕО, що надаються вантажовласникам, з урахуванням ризику недоотримання доходів ТЕП; проаналізувати результати експериментальних досліджень; розробити рекомендації ТЕП визначенню раціональної технології ТЕО для різних груп вантажовласників з урахуванням комерційного ризику ТЕП та визначенню кількості диспетчерів, яких необхідно задіяти при роботі з вантажовласниками.

### Література

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс] – 2018. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/430-2018-%D1%80#n13>
2. FIATA: "International Federation of Freight Forwarders Associations" [Електронний ресурс] – 2019. – Режим доступу: [https://fiata.com/fileadmin/user\\_upload/documents/Explanatory\\_Note\\_to\\_the\\_Revision\\_of\\_FIATA\\_Model\\_Rules\\_for\\_Freight\\_Forwarding\\_Services.pdf](https://fiata.com/fileadmin/user_upload/documents/Explanatory_Note_to_the_Revision_of_FIATA_Model_Rules_for_Freight_Forwarding_Services.pdf)
3. Закон України «Про транспортно-експедиторську діяльність» [Текст] від 1 липня 2004 р. № 1955-IV.
4. Нагорний, С.В. Основи транспортно-експедиційного обслуговування підприємств, організацій та населення [Текст]: Навч. посібник. / С.В. Нагорний, Г.Л. Рибанов, Н.Ю. Черниш – Х.: ХНАДУ, 2002. – 106 с.

5. Сханова, С.Э. Транспортно-экспедиционное обслуживание. [Текст] / С.Э. Сханова, О.В. Попова, А.Э. Горев – М.: Академия, 2005. – 432 с.
6. Завьялова, Я.Д. Организация транспортно-экспедиторской деятельности в логистических цепях [Текст] : Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. экон. наук. / Я.Д. Завьялова – С.-Пб.: Санкт-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов, 2001. – 16 с.
7. Шуліка, О.О. Формування процесу доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні [Текст] : дис. ... кандидата техн. наук: спец. 05.22.01. / О.О. Шуліка – Харків, ХНАДУ, 2017. – 232 с.
8. Nagorny, Ye., Shulika, O., Severyn, O., & Orda, O. (2019). Improving the efficiency of road transport companies by optimizing the costs of information and advertising activities. *EDP Sciences*, 67, 03009.
9. Closs, D., & Waters, D. (2003). *Global Logistics and Distribution Planning. Strategies for Management*. Kogan, 436.
10. Bowersox, D., Closs, D., & Bixby C. (2010). *Supply Chain Logistics Management*. McGraw-Hill. 498.
11. Burkovskis R. (2008). Efficiency of freight forwarder's participation in the process of transportation. *Transport*.23(3) 208-213.
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. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.362.
13. Наумов, В. С. Основы повышения эффективности экспедиционного обслуживания на автомобильном транспорте [Текст]: монография. / В.С. Наумов – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 144 с.
14. Вітюк, Д.О. Підвищення якості транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників при доставці вантажів автомобільним транспортом [Текст] / Д.О. Вітюк, О.О. Шуліка // Матеріали 1-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability". - Кропивницький: ЦНТУ, 2019.-с.243-244
15. Нагорний, С. В. Комерційна робота на транспорті [Текст]: підручник / С. В. Нагорний, Н. Ю. Шраменко. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 324 с.

### References

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2018). *National transport strategy of Ukraine for the period up to 2030* (Publication No. 430-2018). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/430-2018-%D1%80#n13>
2. FIATA: "International Federation of Freight Forwarders Associations". (2019). Retrieved from: [https://fiata.com/fileadmin/user\\_upload/documents/Explanatory\\_Note\\_to\\_the\\_Revision\\_of\\_FIATA\\_Model\\_Rules\\_for\\_Freight\\_Forwarding\\_Services.pdf](https://fiata.com/fileadmin/user_upload/documents/Explanatory_Note_to_the_Revision_of_FIATA_Model_Rules_for_Freight_Forwarding_Services.pdf)
3. Verkhovna Rada of Ukraine. (2004, July 1). *Law of Ukraine "On Freight Forwarding Activity"* (Publication No. 1955-IV).
4. Nagorny, Ye.V., Rybanov, G.L. & Chernish, N.Yu. (2002). Fundamentals of freight forwarding services for enterprises, organizations and people. *Kharkiv National Automobile and Highway University*, 106.
5. Shanova, S. E., Popova, O. V., & Gorev, A. E. (2005). Freight forwarding services. *Academy*, 432.

6. Zavjalova, Ya. D. (2001). Organization of freight forwarding activities in logistics chains.. *St. Petersburg. state. University of Economics and Finance*, 16.
7. Shulika, O. (2017). Formation of packaged cargo delivery process in the intercity by road transport. *Kharkiv National Automobile and Highway University*, 232.
8. Nagornyi, Ye., Shulika, O., Severyn, O., & Orda, O. (2019). Improving the efficiency of road transport companies by optimizing the costs of information and advertising activities. *EDP Sciences*, 67, 03009.
9. Closs, D., & Waters, D. (2003). Global Logistics and Distribution Planning. Strategies for Management. *Kogan*, 436.
10. Bowersox, D., Closs, D., & Bixby C. (2010). Supply Chain Logistics Management. *Mcgraw-Hill*. 498.
11. Burkovskis R. (2008). Efficiency of freight forwarder's participation in the process of transportation. *Transport*.23(3) 208-213.
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. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.362.
13. Naumov, V. S. (2010). The fundamentals of increasing the efficiency of expeditionary service in road transport. *Kharkiv National Automobile and Highway University*, 144.
14. Vitiuk, D. O., & Shulika, O. O. (2019). Improving the quality of freight forwarding service of cargo owners in the delivery by road transport. *Central Ukrainian National Technical University*, 243-244.

15. Nagorniy, Ye. V. & Shramenko, N. Yu. (2010). Commercial work on transport. *Kharkiv National Automobile and Highway University*, 324.

**Рецензент:** д.т.н., проф. В.О. Вдовиченко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна.

**Автор:** НАГОРНИЙ Євген Васильович  
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
E-mail – [ktt@khadi.kharkov.ua](mailto:ktt@khadi.kharkov.ua)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9813-2479>

**Автор:** ШУЛІКА Ольга Олександрівна  
кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
E-mail – [shulika.khnahu@gmail.com](mailto:shulika.khnahu@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1912-1115>

**Автор:** ВІТЮК Денис Олександрович  
студент I курсу магістратури кафедри транспортних технологій  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
E-mail – [dan21051@gmail.com](mailto:dan21051@gmail.com)

## FORMALIZATION OF THE PROBLEM OF CHOICE OF TRANSPORT-FORWARDING SERVICE TECHNOLOGY OF FREIGHT OWNERS IN INTERCITY

Ye. Nagornyi, O. Shulika, D. Vitiuk

Kharkov National Automobile and Highway University, Ukraine

*The article deals with the problem of the efficiency of freight forwarding services of cargo owners in intercity freight delivery by road transport. To increase efficiency, the authors proposed a new approach to determining the rational technology of freight forwarding services.*

*The process of providing freight forwarding services is presented in the form of a contour of the functional connection of forming the quality of freight forwarding services. The managed object of this system is the freight forwarding service market. It consists of a set of freight forwarding enterprises that form offers of freight forwarding services that exist in this market, and a combination of cargo owners that form the demand for freight forwarding services. The freight forwarding market is influenced by many external factors such as the economic performance of freight forwarding market participants, the street and road network, and so on. The consumer subsystem is formed by cargo owners, who are divided into groups according to the characteristics stipulated by the complex of necessary list of freight forwarding service. Demand of freight forwarding is formed by the flow of requests of freight owners. Parameters of requests' flow are the volume of the consignment, the delivery distance, the number of requests and the list of additional services required for the cargo owners. Freight forwarding companies form a servicing subsystem that fixes dispatchers by groups of cargo owners and a list of the work they perform.*

*The offered model of technology of freight forwarding service of cargo owners in intercity allows to choose rational technology of freight forwarding service. Rational technology consists in the most complete satisfaction of the requirements of cargo owners, while rationally using the resources of participants in the process of freight forwarding services. As a criterion, it is suggested to use commercial risk and the overall cost of freight forwarding.*

*The commercial risk of the freight forwarding company is a composite indicator of reliability in determining the quality of freight forwarding services and is associated with the likelihood of losses in the provision of freight forwarding services. The research proposes to consider commercial risk as a risk of not receiving the expected income of the freight forwarding company when applying various freight forwarding technologies.*

**Keywords:** freight forwarding service, commercial risk, intercity, road transport.