

УДК 656.073.51

Н. О. ЛУЖАНСЬКА<sup>1\*</sup>, І. Г. ЛЕБІДЬ<sup>2\*</sup>, Є. М. ЛЕБІДЬ<sup>3\*</sup>, М. П. РОЙ<sup>4\*</sup>

<sup>1\*</sup> Кафедра «Міжнародні перевезення та митний контроль», Національний транспортний університет, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, м. Київ, 01010, Україна, тел. +38 (098) 811 43 89, E-mail: Natali.Luzhanska@gmail.com, ORCID 0000-0002-1271-8728

<sup>2\*</sup> Кафедра «Міжнародні перевезення та митний контроль», Національний транспортний університет, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, м. Київ, 01010, Україна, тел. +38 (068) 123 87 33, E-mail: i.h.lebed@gmail.com, ORCID 0000-0003-0707-4179

<sup>3\*</sup> Кафедра «Транспортне право та логістика», Національний транспортний університет, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, м. Київ, 01010, Україна, тел. +38 (073) 017 71 67, E-mail: eugene.lebed@gmail.com, ORCID 0000-0003-1794-8060

<sup>4\*</sup> Кафедра «Міжнародні перевезення та митний контроль», Національний транспортний університет, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, м. Київ, 01010, Україна, тел. +38 (097) 756 90 27, E-mail: 7569027@ukr.net, ORCID 0000-0001-5788-4220

## ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ СПІВПРАЦІ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ З ОБ'ЄКТАМИ МИТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

**Метою** роботи є планування діяльності транспортно-експедиторських підприємств при організації співпраці з об'єктами митно-логістичної інфраструктури для задоволення потреб замовників. Проаналізовано показники ефективності роботи вантажних митних комплексів, митних складів та складів тимчасового зберігання. Досліджено процес вибору об'єктів митно-логістичної інфраструктури, що характеризуються різним рівнем організаційного, технічного та технологічного забезпечення. Запропонована розробка дозволить фахівцям транспортно-експедиторських підприємств формувати рекомендації щодо співпраці з об'єктами митно-логістичної інфраструктури у відповідності до індивідуальних потреб замовників послуг. **Методика.** Визначення техніко-експлуатаційних показників роботи об'єктів митно-логістичної інфраструктури реалізовано на основі імітаційної моделі, розробленої у програмному середовищі GPSS. Це дозволяє визначати відхилення узагальнених показників ефективності роботи об'єкту інфраструктури від еталонних, що формуються з урахуванням вимог замовника. **Результати.** Для забезпечення високого рівня конкурентоспроможності транспортно-експедиторського підприємства необхідним є застосування сучасних програмних комплексів, здатних реалізовувати управлінські рішення щодо формування партнерських зв'язків з об'єктами митно-логістичної інфраструктури. На основі оцінки техніко-експлуатаційних показників роботи вантажних митних комплексів, митних складів та складів тимчасового зберігання, а також з урахуванням основних вимог замовника послуг стає можливим вибір найбільш ефективного суб'єкта господарювання для співпраці. Суттєвою перевагою запропонованої розробки є можливість здійснення порівняльного аналізу показників ефективності усіх досліджуваних підприємств по відношенню до еталонного об'єкту інфраструктури. **Наукова новизна.** Запропонована імітаційна модель вибору об'єкту митно-логістичної інфраструктури дозволить фахівцям транспортно-експедиторських підприємств дозволяє здійснити вибір посередницької організації на основі порівняльного аналізу техніко-експлуатаційних показників досліджуваних об'єктів. **Практична значимість.** Практична значимість роботи полягає в тому, що запропонована модель дозволяє здійснити вибір об'єкту митно-логістичної інфраструктури, що найбільш ефективно задовольнить індивідуальні потреби замовника. При цьому, стане можливим планування роботи транспортно-експедиторського підприємства на основі впровадження організаційно-управлінських заходів, що матимуть позитивний вплив як на внутрішні процеси організації, так і сприятимуть формуванню її конкурентних переваг на ринку транспортно-експедиторських послуг. Дане впровадження скоротить тривалість транспортно-експедиторського та митно-логістичного обслуговування, а також забезпечить мінімізацію комерційних ризиків на усіх етапах зовнішньоторговельної операції шляхом налагодження співпраці з найбільш ефективними посередницькими організаціями.

**Ключові слова:** транспортно-експедиторське підприємство, експедитор, об'єкт митно-логістичної інфраструктури, замовник, доставка, імітаційна модель, ефективність

### Вступ

Питання організації співпраці з замовниками послуг є досить важливим аспектом, що має вплив на ефективність роботи транспортно-експедиторських підприємств. Швидкість прий-

няття рішень, компетентність та обізнаність фахівців забезпечують організацію і планування бізнес-процесів різного роду складності. Ключовим показником повторного звернення замовника до транспортно-експедиторського підприємства є ступінь задоволеності попереднім об-

слуговуванням. Оскільки, у переважній більшості експедитор залучає до обслуговування посередницькі організації, то досить важливо налагодити з ними стійкі партнерські зв'язки та здійснити оцінку їх показників ефективності роботи. Окрім цього, потребує вивчення і попит на послуги серед замовників та їх індивідуальні потреби до обслуговування. Виконання даних дій доцільно реалізовувати із застосуванням програмних комплексів, здатних враховувати різну кількість показників та порівнювати їх між собою для більш ефективного та точного обґрунтування рішень. Найбільш складним процесом є планування взаємодії з об'єктами митно-логістичної інфраструктури, що характеризуються різним рівнем технічного, технологічного та організаційного забезпечення. Тому з метою зменшення тривалості непродуктивних простоїв у черзі на обслуговування або значних витрат часу на безпосереднє надання послуг є вибір об'єкта інфраструктури, що задовольняє потреби замовника за обраними показниками ефективності.

#### **Аналіз останніх публікацій та досліджень**

Сучасні публікації та наукові розробки, здебільшого спрямовані на пошуки оптимізаційних рішень окремих суб'єктів господарювання, і лише незначна частка з них розглядає взаємодію різних підприємств, які залучаються до процесів спільного виконання бізнес-процесів. Оскільки, ефективність роботи окремої організації має вплив як на взаємодію з іншими учасниками, так і на кінцевий результат обслуговування. На сьогоднішній день, транспортно-експедиторська діяльність є одним із напрямків обслуговування, що потребує розробки заходів з налагодження партнерських відносин з посередницькими організаціями з високими показниками ефективності. Це забезпечить високий рівень якості обслуговування та сприятиме зростанню довіри до суб'єкта господарювання. Одним із найбільш досліджуваних аспектів в даному напрямку є автоматизація процесів, що відбуваються в межах підприємства та провадження програмних рішень, здатних оптимізувати роботу експедиторів. Пошуки та обробка інформації про потенційних партнерів, а також перевірка її достовірності займає значну частку робочого часу. Тому доцільним є застосування сучасних рішень для забезпечення ефективної роботи фахівців транспортно-експедиторських підприємств. Особливої уваги потребують питання організації спів-

праці з об'єктами митно-логістичної інфраструктури, де здебільшого спостерігається значна частка затримок у обслуговуванні.

В роботі [1] було проаналізовано ряд проблем, з якими зіштовхуються експедитори, перевізники, а також посередницькі організації та окремі клієнти. Проте, дане дослідження стосується тих процесів, які відбуваються вже після обрання усіх учасників зовнішньоекономічної діяльності і не показують, яким чином замовник обирає те чи інше підприємство для співпраці. У роботі [2] автори дослідили вплив якості надання транспортно-експедиторських послуг на задоволеність клієнтів, що дозволяє виявити ознаки впливу на прийняття рішення про партнерство, однак, етапи проведення вибору не описано. Праці [3-7] присвячено розробці імітаційних та математичних моделей, що відтворюють етапи надання транспортно-експедиторських послуг з урахуванням сучасних тенденцій побудови бізнес-процесів. Як зазначено у роботах [8, 9] процес транспортно-експедиторського обслуговування все більше зазнає впливу з боку дій залучених суб'єктів господарювання, тому потребує розширення можливостей оцінки роботи окремої організації, що може розглядатися як потенційний партнер. Недостатньо висвітлено у наукових працях питання взаємодії транспортно-експедиторських підприємств з об'єктами митно-логістичної інфраструктури. У роботах [10-12] описано ключові аспекти функціонування вантажних митних комплексів, митних складів та складів тимчасового зберігання як окремих суб'єктів господарювання. Проте, як відбувається їх взаємодія з іншими суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності, а саме транспортно-експедиторськими підприємствами недостатньо розкрито.

#### **Мета дослідження**

Конкурентоспроможність транспортно-експедиторських підприємств визначається ефективністю прийняття організаційно-управлінських рішень як в межах організації, так і при взаємодії з іншими суб'єктами господарювання. Основна частка затримок у процесі виконання зовнішньоторговельних операцій пов'язана з митно-логістичним обслуговуванням та виконанням митних формальностей. Для забезпечення оптимізації цих видів робіт, доцільним є впровадження у діяльність профільних підприємств, програмних комплексів, здатних опрацьовувати значні масиви даних про роботу потенційних партнерів транспортно-експедиторських підприємств. Таким чином, стане можливим

вибір суб'єкта господарювання для надання послуг, що відповідатиме повному обсягу вимог замовника за своїми якісними та кількісними показниками роботи з можливістю деталізації чи узагальнення окремих характеристик. Це дозволить планувати роботу транспортно-експедиторського підприємства та мінімізувати ризики, пов'язані з діяльністю залучених організацій.

### Постановка завдання дослідження

Розглядається робота транспортно-експедиторського підприємства при організації міжнародних автомобільних перевезень вантажів. Від замовників підприємства надходить потік замовлень на обслуговування експортних та імпорتنних вантажопотоків. Фахівцями транспортно-експедиторського підприємства рекомендується виконувати митні формальності на території вантажних митних комплексів, до структури яких належать митні склади та склади тимчасового зберігання. Суттєвою перевагою співпраці з даним об'єктом інфраструктури є наявність на їх території підрозділів митних органів, що значно спрощує процедуру митного оформлення та митного контролю при здійсненні зовнішньоторговельних операцій. Кожен з функціонуючих вантажних митних комплексів має різне територіальне розташування в межах країни, технічне, технологічне та організаційне забезпечення, що впливає на тривалість обслуговування. Виходячи з даних умов, доцільним є вивчення потреб замовника у обслуговуванні, та подальше співставлення їх з показниками ефективності роботи об'єктів інфраструктури з метою надання рекомендацій про формування оптимальних умов співпраці.

Оцінка діяльності вантажних митних комплексів проводиться на основі різних якісних та кількісних показників. Задача визначення складу цих показників зводиться до того, щоб вони, по-перше, максимально враховували склад та особливості об'єкта оцінювання. По-друге – однозначно визначали цілі моделювання, тобто вибір об'єкта інфраструктури, який задовольнить індивідуальні потреби замовника.

Для порівняльної оцінки вантажних митних комплексів виділяються групи показників, що характеризують різний рівень технічного, технологічного та організаційного забезпечення підприємства. Як кількісні, так і якісні показники мають різні одиниці вимірювання, неоднакову ступінь впливу (вагу) та різну направленість впливу на кінцевий показник ефективності (узагальнений критерій) вибору оптимального для замовника ТЕП.

Можна виділити дві групи чинників, які мають пряму та обернену направленість впливу на кінцевий показник ефективності. Для приведення показників однієї групи до показників іншої необхідно знайти величини, зворотні до даних.

Для кожної групи факторів формується матриця показників  $F_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ), які мають однакову направленість на кінцевий узагальнений показник ефективності вантажного митного комплексу, що оцінюються. Значимість показників  $F_i$  визначається ваговими коефіцієнтами  $W_i$ , ( $i = \overline{1, n}$ ), які відображають внесок кожного показника в узагальнений критерій по кожній групі факторів. В таблиці 5 прийнято наступні позначення:

$W_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) – вага  $i$ -го показника ефективності;

$I_{ij}$  ( $i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$ ) – значення  $i$ -го показника ефективності для  $j$ -го об'єкту інфраструктури.

По кожному фактору обирається мінімальне значення показників ефективності (ПЕ):

$$I_i^* = \min_j \{I_{ij}\} \quad (1)$$

Для порівняльної оцінки вантажних митних комплексів з урахуванням вагових коефіцієнтів  $W_i$  визначається узагальнений показник ефективності ВМК $_j$ :

$$FG_j = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{I_i^*}{I_{ij}}, j = (\overline{1, m}) \quad (2)$$

Узагальнений ПЕ для еталонного вантажного митного комплексу становить:

$$FG^* = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{I_i^*}{I_i^*} = \sum_{i=1}^n W_i, j = (\overline{1, m}) \quad (3)$$

Інтегральний ПЕ визначається шляхом співставлення узагальненого ПЕ для еталонного вантажного митного комплексу з узагальненим показником ВМК $_j$ , який оцінюється:

$$IG_j = FG^* - FG_j, j = (\overline{1, m}) \quad (4)$$

Чим менший інтегральний показник ефективності об'єкту інфраструктури, тим вища його ефективність. Для порівняльної оцінки вантажних митних комплексів виділено  $L$  груп показників, які характеризують ВМК $_j$ . За  $l$ -тою групою факторів визначається інтегральний ПЕ  $IG_{lj}$ . Узагальнений інтегральний показник ефективності ВМК $_j$ , яке оцінюється, визначається наступним чином:

$$I_j = \sum_{l=1}^L IG_{lj} \quad (5)$$

Ранжування ВМК<sub>j</sub> по спаданню інтегральних ПЕ  $IG_j$  або узагальнених інтегральних показників  $I_j$  дозволить обрати вантажний митний комплекс, який задовольнить потреби замовника при виконанні зовнішньоторговельної операції. Розроблено та реалізовано імітаційну модель в пакеті автоматизації імітаційного моделювання GPSS World [13].

### Методи дослідження

З метою реалізації моделі роботи транспортно-експедиторського підприємства застосовано метод статистичних випробувань, що дає можливість розіграшу випадкових явищ. Внаслідок багатократного проведення таких розіграшів здійснюється накопичення статистичного матеріалу, який підлягає опрацюванню статистичними методами.

Імітаційну модель (ІМ) реалізовано в пакеті автоматизації імітаційного моделювання GPSS World, яка представляє собою машинну реалізацію статистичних випробувань та дозволяє автоматично отримувати результати моделювання.

### Основний матеріал дослідження

Ключовою задачею експедитора обґрунтування доцільності співпраці з об'єктами митно-логістичної інфраструктури шляхом порівняння існуючих альтернатив, що відповідають потребам замовника у обслуговуванні. Кожен фахівець транспортно-експедиторського підприємства керується різним переліком техніко-експлуатаційних показників, який формується на основі аналізу попереднього досвіду співпраці та наявного у об'єкта інфраструктури кадрового та матеріально-технічного забезпечення. Обрані для дослідження, вантажні митні комплекси мають різні характеристики функціонування, основними з яких є: кількість митних інспекторів, кількість місць для стоянки автотранспортних засобів, розміри площ митних складів або складів тимчасового зберігання. На основі запропонованої імітаційної моделі здійснено експерименти для п'яти об'єктів інфраструктури, до послуг яких найчастіше звертається транспортно-експедиторське підприємство і має позитивний досвід співпраці.

Таблиця 1

Локальні показники ефективності роботи вантажних митних комплексів

№ з/п	Локальні показники ефективності роботи ВМК		Значення показників				
			ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5
1	2		3	4	5	6	7
1	$F_1$	Митне оформлення при експорті товарів, $t_1$ , хв.	228	451	659	137	141
2	$F_2$	Митне оформлення при імпорту товарів, $t_2$ , хв.	227	453	662	138	142
3	$F_3$	Комплексне митно-логістичне обслуговування, $t_3$ , хв.	465	478	480	833	458
4	$F_4$	Розміщення товарів на митному складі, $t_4$ , хв.	327	329	332	308	318
5	$F_5$	Розміщення товарів на складі тимчасового зберігання, $t_5$ , хв.	397	591	761	308	312
6	$F_6$	Коефіцієнт завантаження митного інспектора, $\psi_1$	0,92	0,93	0,93	0,77	0,84
7	$F_7$	Середній час простою в черзі до митного інспектора, $w_1$ , хв.	66,96	39,99	30,69	4,65	11,16
8	$F_8$	Середня довжина черги до митного інспектора, $\eta_1$ , ТЗ	11,16	16,74	32,55	4,65	7,44
9	$F_9$	Коефіцієнт завантаження стоянки в зоні митного контролю, $\psi_2$	0,47	0,74	0,84	0,65	0,54
10	$F_{10}$	Середній час простою у черзі до стоянки в зоні митного контролю, $w_2$ , хв.	6,51	27,90	39,06	16,74	9,30
11	$F_{11}$	Середня довжина черги до стоянки в зоні митного контролю, $\eta_2$ , ТЗ	2,79	10,23	13,95	6,51	4,65

1	2		3	4	5	6	7
12	$F_{12}$	Коефіцієнт завантаження стоянки для затриманих ТЗ, $\psi_3$	0,37	0,47	0,19	0,28	0,24
13	$F_{13}$	Середній час простою у черзі на стоянку для затриманих ТЗ, $w_3$ , хв.	4,65				
14	$F_{14}$	Середня довжина черги на стоянку для затриманих ТЗ, $\eta_3$ , ТЗ	0,26	0,37	0,07	0,20	0,09
15	$F_{15}$	Коефіцієнт завантаження комерційного складу, $\psi_4$	0,74	0,54	0,47	0,79	0,75
16	$F_{16}$	Середній час простою у черзі до комерційного складу, $w_4$ , хв.	1,95	1,49	0,84	2,79	2,05
17	$F_{17}$	Середня довжина черги до комерційного складу, $\eta_4$ , ТЗ	0,02	0,01	0,01	0,09	0,02
18	$F_{18}$	Коефіцієнт завантаження митного складу, $\psi_5$	0,80	0,81	0,80	0,42	0,81
19	$F_{19}$	Середній час простою у черзі до митного складу, $w_5$ , хв.	9,58	11,16	12,46	3,72	8,09
20	$F_{20}$	Середня довжина черги до митного складу, $\eta_5$ , ТЗ	0,04	0,05	0,06	0,01	0,04
21	$F_{21}$	Коефіцієнт завантаження складу тимчасового зберігання, $\psi_6$	0,52	0,62	0,49	0,62	0,32
22	$F_{22}$	Середній час простою у черзі до складу тимчасового зберігання, $w_6$ , хв.	0,84	1,12	0,47	1,77	0,09
23	$F_{23}$	Середня довжина черги до складу тимчасового зберігання, $\eta_6$ , ТЗ	0,03	0,04	0,01	0,05	0,00

Формування рішення про співпрацю приймається, виходячи з того спектру послуг, яких потребує замовник. Проте, серед основних слід виділити: середній час простою в чергах на обслуговування, середні довжини черг, коефіцієнти завантаження структурних підрозділів об'єкту інфраструктури та тривалість обслуговування за

необхідними послугами. Для підвищення достовірності дослідження необхідним є ранжування показників за значимістю їх впливу на підсумковий узагальнений показник ефективності роботи вантажного митного комплексу (таблиця 2).

Таблиця 2

#### Ранжована матриця локальних показників ефективності роботи вантажних митних комплексів

№ з/п	Ранжовані локальні показники ефективності ВМК		Значення локальних показників ефективності ВМК					Еталонний ВМК
			ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5	
1	2		3	4	5	6	7	8
1	$F_4$	Розміщення товарів на митному складі, $t_4$ , хв.	327	329	332	308	318	308
2	$F_5$	Розміщення товарів на складі тимчасового зберігання, $t_5$ , хв.	397	591	761	308	312	308
3	$F_1$	Митне оформлення при експорті товарів, $t_1$ , хв.	228	451	659	137	141	137
4	$F_2$	Митне оформлення при імпорті товарів $t_2$ , хв.	227	453	662	138	142	138
5	$F_3$	Комплексне митне-логістичне обслуговування, $t_3$ , хв.	465	478	480	833	458	458
6	$F_6$	Коефіцієнт завантаження митного інспектора, $\psi_1$	0,92	0,93	0,93	0,77	0,84	0,77
7	$F_7$	Середній час простою у черзі до митного інспектора, $w_1$ , хв.	66,96	39,99	30,69	4,65	11,16	4,65

1	2		3	4	5	6	7	8
8	$F_8$	Середня довжина черги до митного інспектора, $\eta_1$ , ТЗ	11,16	16,74	32,55	4,65	7,44	4,65
9	$F_{15}$	Коефіцієнт завантаження комерційного складу, $\psi_4$	0,74	0,54	0,47	0,79	0,75	0,47
10	$F_{16}$	Середній час простою у черзі до комерційного складу, $w_4$ , хв.	1,49	0,84	2,79	2,05	0,84	0,9
11	$F_{17}$	Середня довжина черги до комерційного складу, $\eta_4$ , ТЗ	0,02	0,01	0,01	0,09	0,02	0,01
12	$F_{18}$	Коефіцієнт завантаження митного складу, $\psi_5$	0,80	0,81	0,80	0,42	0,81	0,42
13	$F_{19}$	Середній час простою у черзі до митного складу, $w_5$ , хв.	11,16	12,46	3,72	8,09	3,72	4
14	$F_{20}$	Середня довжина черги до митного складу, $\eta_5$ , ТЗ.	0,04	0,05	0,06	0,01	0,04	0,01
15	$F_9$	Коефіцієнт завантаження стоянки в зоні митного контролю, $\psi_2$	0,47	0,74	0,84	0,65	0,54	0,47
16	$F_{10}$	Середній час простою у черзі до стоянки в зоні митного контролю, $w_2$ , хв.	6,51	27,90	39,06	16,74	9,30	6,51
17	$F_{11}$	Середня довжина черги до стоянки в зоні митного контролю, $\eta_2$ , ТЗ	2,79	10,23	13,95	6,51	4,65	2,79
18	$F_{21}$	Коефіцієнт завантаження складу тимчасового зберігання, $\psi_6$	0,52	0,62	0,49	0,62	0,32	0,32
19	$F_{22}$	Середній час простою у черзі до складу тимчасового зберігання, $w_6$ , хв.	0,84	1,12	0,47	1,77	0,09	0,09
20	$F_{23}$	Середня довжина черги до складу тимчасового зберігання, $\eta_6$ , ТЗ	0,04	0,01	0,05	0,00	0,00	0,005
21	$F_{12}$	Коефіцієнт завантаження стоянки для затриманих ТЗ, $\psi_3$	0,37	0,47	0,19	0,28	0,24	0,19
22	$F_{13}$	Середній час простою у черзі до стоянки для затриманих ТЗ, $w_3$ , хв.	4,65	8,37	0,93	2,79	1,21	0,93
23	$F_{14}$	Середня довжина черги до стоянки для затриманих ТЗ, $\eta_3$ , ТЗ	0,26	0,37	0,07	0,20	0,09	0,07

Для обґрунтування вибору суб'єкта господарювання пропонується порівняльний аналіз усіх отриманих результатів дослідження з показниками роботи вантажного митного комплексу, що має мінімальні значення локальних показників, а отже є еталонним серед розглянутих альтернатив (таблиця 2). Результати нормалізації даних,

що виконана шляхом ділення техніко-експлуатаційних показників, що характеризують еталонний вантажний митний комплекс, на відповідні показники, що характеризують роботу кожного об'єкту інфраструктури (таблиця 3).

Таблиця 3

### Нормалізація матриці відношень показників ефективності роботи вантажних митних комплексів

№ з/п	Відношення показників ефективності	Значення відношень показників ефективності ВМК					
		ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5	Еталонний ВМК
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$F_4$	0,87	0,87	0,86	0,93	0,90	1
2	$F_5$	0,48	0,38	0,93	0,92	0,985	1
3	$F_1$	0,56	0,28	0,19	0,93	0,90	1
4	$F_2$	0,56	0,28	0,19	0,93	0,90	1
5	$F_3$	0,92	0,89	0,89	0,51	0,93	1
6	$F_6$	0,78	0,77	0,77	0,93	0,86	1
7	$F_7$	0,06	0,11	0,14	0,93	0,39	1
8	$F_8$	0,39	0,26	0,13	0,93	0,58	1

1	2	3	4	5	6	7	8
9	$F_{15}$	0,59	0,82	0,93	0,56	0,59	1
10	$F_{16}$	0,52	0,93	0,28	0,38	0,409	1
11	$F_{17}$	0,37	0,74	0,93	0,07	0,37	1
12	$F_{18}$	0,49	0,48	0,49	0,93	0,48	1
13	$F_{19}$	0,36	0,31	0,28	0,93	0,43	1
14	$F_{20}$	0,23	0,19	0,16	0,93	0,23	1
15	$F_9$	0,93	0,59	0,53	0,68	0,82	1
16	$F_{10}$	0,93	0,22	0,16	0,36	0,65	1
17	$F_{11}$	0,93	0,25	0,19	0,40	0,56	1
18	$F_{21}$	0,56	0,47	0,60	0,47	0,93	1
19	$F_{22}$	0,10	0,08	0,19	0,05	0,93	1
20	$F_{23}$	0,16	0,12	0,47	0,09	0,93	1
21	$F_{12}$	0,47	0,37	0,93	0,62	0,72	1
22	$F_{13}$	0,19	0,10	0,93	0,31	0,72	1
23	$F_{14}$	0,23	0,16	0,93	0,31	0,65	1

Для відображення впливу окремого досліджуваного техніко-експлуатаційного показника на інтегральний показник було визначено ваговим коефіцієнтом  $W_i$  (таблиця 4).

Таблиця 4

**Матриця показників ефективності роботи вантажних митних комплексів з урахуванням вагових коефіцієнтів**

№ з/п	Відношення	$W_i$	Показники ефективності з урахуванням вагових коефіцієнтів					
			ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5	Еталонний ВМК
1	$F_4$	1,93	1,81	1,80	1,79	1,93	1,87	1,93
2	$F_5$	237,91	159,98	124,19	306,91	302,34	306,91	330,01
3	$F_1$	1788,85	1073,30	542,19	370,88	1788,85	1730,00	1788,85
4	$F_2$	690,30	418,70	209,78	143,49	690,30	667,74	690,30
5	$F_3$	15,46	15,23	14,82	14,77	8,50	15,46	15,46
6	$F_6$	2,19	1,83	1,81	1,81	2,19	2,02	2,19
7	$F_7$	616,84	42,84	71,72	93,47	616,84	257,01	616,84
8	$F_8$	206,34	85,98	57,32	29,48	206,34	128,96	206,34
9	$F_{15}$	4,85	3,09	4,26	4,85	2,91	3,05	4,85
10	$F_{16}$	9,40	12,34	21,95	6,58	8,97	21,95	23,60
11	$F_{17}$	143,70	57,48	114,97	143,70	11,49	57,48	143,70
12	$F_{18}$	4,25	2,22	2,19	2,22	4,25	2,19	4,25
13	$F_{19}$	10,03	3,90	3,34	2,99	10,03	4,61	10,03
14	$F_{20}$	20,24	5,06	4,05	3,38	20,24	5,06	20,24
15	$F_9$	2,29	2,29	1,46	1,29	1,66	2,01	2,29
16	$F_{10}$	7,24	7,24	1,69	1,21	2,82	5,08	7,24
17	$F_{11}$	6,33	6,33	1,73	1,26	2,72	3,80	6,33
18	$F_{21}$	1,56	0,95	0,79	1,00	0,79	1,56	1,56
19	$F_{22}$	3,66	0,41	0,31	0,73	0,20	3,66	3,66
20	$F_{23}$	3,07	0,51	0,38	1,53	0,31	3,07	3,07
21	$F_{12}$	0,93	0,47	0,37	0,93	0,62	0,72	0,93
22	$F_{13}$	0,93	0,19	0,10	0,93	0,31	0,72	0,93
23	$F_{14}$	0,93	0,23	0,17	0,93	0,31	0,65	0,93
Узагальнений показник ефективності $FG_j, FRG$			1977,38	1207,58	968,79	3687,08	3208,04	3860,8

Для посилення достовірності виконаного дослідження визначено інтегральний показник оцінки роботи об'єктів інфраструктури  $IG_j$  (таблиця 5).

## Визначення інтегрального показника роботи вантажних митних комплексів

№ з/п	Відношення	Відхилення узагальнених показників ВМК від показників еталонного ВМК				
		ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5
1	$F_4$	0,11	0,12	0,14	0,00	0,07
2	$F_5$	146,93	182,72	0,00	4,57	4,91
3	$F_1$	715,53	1246,66	1417,95	0,00	58,84
4	$F_2$	271,60	480,52	546,81	0,00	22,56
5	$F_3$	0,21	0,63	0,69	6,95	0,00
6	$F_6$	0,35	0,37	0,37	0,00	0,17
7	$F_7$	574,01	545,11	523,38	0,00	359,83
8	$F_8$	120,36	149,02	176,86	0,00	77,38
9	$F_{15}$	1,76	0,59	0,00	1,93	1,79
10	$F_{16}$	9,60	0,00	15,36	12,96	13,94
11	$F_{17}$	86,22	28,74	0,00	132,21	86,22
12	$F_{18}$	2,03	2,06	2,03	0,00	2,06
13	$F_{19}$	6,13	6,69	7,03	0,00	5,41
14	$F_{20}$	15,18	16,19	16,86	0,00	15,18
15	$F_9$	0,00	0,83	1,00	0,62	0,28
16	$F_{10}$	0,00	5,56	6,04	4,43	2,18
17	$F_{11}$	0,00	4,60	5,07	3,62	2,53
18	$F_{21}$	0,61	0,77	0,56	0,77	0,00
19	$F_{22}$	3,26	3,37	2,94	3,48	0,00
20	$F_{23}$	2,56	2,69	1,53	2,76	0,00
21	$F_{12}$	0,47	0,56	0,00	0,31	0,21
22	$F_{13}$	0,74	0,83	0,00	0,62	0,21
23	$F_{14}$	0,70	0,77	0,00	0,62	0,28
Інтегральний показник $IG_j$		1883,38	2653,18	2891,97	173,69	652,72

В результаті проведених розрахунків, інтегральні показники оцінки ефективності роботи вантажних митних комплексів у співставленні з еталонним мають наступні значення: вантажний митний комплекс № 1 – 1883,38; вантажний митний комплекс № 2 – 2653,18; вантажний митний комплекс № 3 – 2891,97; вантажний митний комплекс № 4 – 173,69; вантажний митний комплекс № 5 – 652,72. За даних умов дослідження, отримані результати моделювання свідчать про можливість вибору об'єкта інфраструктури на основі як інтегрального показника, так і локальних характеристик.

### Висновки

Розроблена імітаційна модель роботи транспортно-експедиторського підприємства дозволяє визначити наступні параметри: кількість експедиторів, необхідних для роботи на підприємстві при наявному потоці замовлень; тривалість транспортно-експедиторського обслуговування, тривалість очікування у черзі на обслуговування, довжину черги на обслуговування окремої категорії замовників при експорті та

імпорту товарів; пропускну спроможність підприємства при наданні транспортно-експедиторських послуг; імовірність відмови в обслуговуванні за видами вантажів; оптимальна кількість експедиторів, що можуть бути в резерві для розширення можливостей підприємства; надійність транспортно-експедиторського обслуговування, яка визначається як оцінка імовірності своєчасного виконання транспортно-експедиторського обслуговування за видами вантажів. Результати моделювання свідчать, що стійкі партнерські відносини з замовниками транспортно-експедиторських послуг забезпечують оптимізацію часових характеристик усіх етапів обслуговування. В свою чергу, показники надійності є вищими для постійних замовників у порівнянні з новими, оскільки, виникають ризики неврахування особливостей організації доставки та дій залучених посередницьких організацій.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. AN ASSESSMENT OF CHALLENGES AND FACTOR INFLUENCING THE FREIGHT FORWARDING BUSINESS IN THE LOGISTICS



INDUSTRY. Rajesh, D., Gupta, S., Ilinich, S., & Singh, N. (2023). AN ASSESSMENT OF CHALLENGES AND FACTOR INFLUENCING THE FREIGHT FORWARDING BUSINESS IN THE LOGISTICS INDUSTRY. *ECONOMICS, FINANCE AND MANAGEMENT REVIEW*.  
<https://doi.org/10.36690/2674-5208-2023-2-4-23>.

2. Gil-Saura, I., Berenguer-Contró, G., & Ruiz-Molina, E. (2018). SATISFACTION AND LOYALTY IN B2B RELATIONSHIPS IN THE FREIGHT FORWARDING INDUSTRY: ADDING PERCEIVED VALUE AND SERVICE QUALITY INTO EQUATION. *Transport*.  
<https://doi.org/10.3846/TRANSPORT.2018.6648>

3. Wang, X., Kopfer, H., & Gendreau, M. (2014). Operational transportation planning of freight forwarding companies in horizontal coalitions. *Eur. J. Oper. Res.*, 237, 1133-1141.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.056>

4. Popa, C. (2022). THE ANALYSIS OF FREIGHT FORWARDING SERVICES USING THE BUSINESS PROCESS MODELLING TOOLS. *Scientific Bulletin of Naval Academy*. <https://doi.org/10.21279/1454-864x-22-i2-011>

5. Michal Sedláček. Optimization of Processes in a Freight Forwarding Company Using a Simulation Model / Michal Sedláček // MATEC Web Conf., 134 (2017) 00050 URL:  
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201713400050>

6. Lebid, I., Luzhanska, N., Lebid, I., Mazurenko, A., Roi, M., Medvediev, I., Sotnikova, T., & Hrevtsov, S. (2023). Development of a simulation model of the activities of a transport and forwarding enterprise in the organization of international road cargo transportation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(3) (126), 6–17.  
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.291039>

7. Nahorni, Y., Shramenko, N., & Orda A. (2017). МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ

РАЦІОНАЛЬНИХ СТРАТЕГІЙ ПОВЕДІНКИ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ІЗ СУБ'ЄКТАМИ ТРАНСПОРТНОГО РИНКУ НА УМОВАХ КООПЕРАЦІЇ. *Автомобільний транспорт*, (40), 12. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2017.40.0.12>

8. Разумова, К. М., Новальська, Н. І., Клименко, В. В. (2023). Особливості сучасного транспортно-експедиторського бізнесу. Системи та технології, 65(1), 124-130. URL: <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2023.1-65.15>

9. Сторчак, К. В. Специфіка організації міжнародної транспортно-експедиторської діяльності / Сторчак К. В., Кузнецова К. О. // Актуальні проблеми економіки та управління : збірник наукових праць молодих вчених. – 2021. – Вип. 15. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52792>

10. Лужанська Н.О. Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01. Київ, 2021. 205 с.

11. Luzhanska N. Simulation and optimization of freight customs complexes based on queueing systems. *Transport systems and transportation technologies*. 2020. №19. С. 37-42. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2020/208693>

12. Luzhanska N., Kotsiuk O., Lebid I., Kravchenya I., Demchenko Ye. The influence of customs and logistics service efficiency on cargo delivery time. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 3 (80). P. 78-91. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.80.14277>

13. GPSS World Reference Manual / Minuteman Software. – Holly Springs NC, 2001. – p. 305.

Надійшла до редколегії 20.07.2024.  
Прийнята до друку 25.08.2024.

N. LUZHANSKA, I. LEBID, IE. LEBID, M. ROI

## JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF COOPERATION BETWEEN FREIGHT FORWARDING ENTERPRISES AND CUSTOMS-LOGISTICS INFRASTRUCTURE OBJECTS

**The purpose** of the paper is to plan the activities of freight forwarding enterprises when organizing cooperation with customs-logistics infrastructure objects to meet customer needs. The efficiency indicators of cargo customs complexes, customs warehouses, and temporary storage warehouses were analyzed. The process of selecting customs-logistics infrastructure objects with varying levels of organizational, technical, and technological support was investigated. The proposed development will enable specialists of freight forwarding enterprises to form recommendations for cooperation with customs-logistics infrastructure objects in accordance with individual customer needs. **Methodology.** The determination of technical and operational performance indicators of customs-logistics infrastructure objects was implemented based on a simulation model developed in the GPSS software environment. This approach allows for the identification of deviations of generalized performance indicators of infrastructure objects from benchmark levels, which are formed taking into account customer requirements. **Findings.** To ensure a high level of com-

petitiveness of the freight forwarding enterprise, it is necessary to use modern software systems capable of implementing management decisions regarding the formation of partnerships with customs-logistics infrastructure objects. Based on the assessment of technical and operational performance indicators of cargo customs complexes, customs warehouses, and temporary storage warehouses, and considering the main requirements of service customers, it becomes possible to select the most efficient business entity for cooperation. A significant advantage of the proposed development is the ability to perform a comparative analysis of the efficiency indicators of all studied enterprises in relation to the benchmark infrastructure object. **Originality.** The proposed simulation model for selecting customs-logistics infrastructure objects will allow specialists of freight forwarding enterprises to make a choice of intermediary organizations based on a comparative analysis of the technical and operational performance of the studied objects. **Practical value.** The practical significance of this work lies in the fact that the proposed model enables the selection of the customs-logistics infrastructure object that most effectively meets the individual needs of the customer. This will make it possible to plan the work of the freight forwarding enterprise based on the implementation of organizational and management measures that will positively impact the internal processes of the organization and contribute to forming its competitive advantages in the market of freight forwarding services. This implementation will reduce the duration of freight forwarding and customs-logistics services and minimize commercial risks at all stages of foreign trade operations by establishing cooperation with the most efficient intermediary organizations.

*Keywords:* freight forwarding enterprise, forwarder, customs-logistics infrastructure object, customer, delivery, simulation model, efficiency.