МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

V-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«ТРАНСПОРТ: НАУКА ТА ПРАКТИКА»

21-22 травня 2026 р.



Україна, Київ – Одеса

Висновки. Отже, до 2022 р. Україна мала сформовану та динамічну систему контейнерних перевезень із потужною морською складовою, зростаючими залізничними та автомобільними перевезеннями і високим рівнем інтеграції у світові ланцюги постачання. Повномасштабна війна спричинила шокове падіння контейнерообігу, руйнування звичних маршрутів і вимушену переорієнтацію на західні кордони та Дунай. Водночас у 2024…2025 рр. уже стали помітними ознаки адаптації та часткового відновлення: порти нарощують перевалку, залізниця зберігає роль базового перевізника, автомобільний транспорт залишається ключовим гнучким інструментом, а річковий напрям отримав новий розвиток на Дунаї. Війна довела, що надмірна централізація логістики на морських портах є ризикованою. Майбутнє галузі полягає у створенні диверсифікованої системи, де морські шляхи доповнюються потужними наземними коридорами до ЄС. Відновлення ж контейнерного сегмента є критичним для повернення українського експорту з високою доданою вартістю на світові ринки.

УДК 656.2

Харченко Д.Р., аспірант, Прохорченко А.В., д.т.н., проф.

Український державний університет залізничного транспорту, Україна

РОЗРОБКА ФУНКЦІЇ КОРИСНОСТІ ПЕРЕВІЗНИКА ПРИ РОЗПОДІЛІ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В МОДЕЛІ ШТАКЕЛЬБЕРГА

Анотація. *Розглянуто проблему розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах лібералізації ринку залізничних перевезень та впровадження моделі відкритого доступу. Запропоновано двоетапну модель Штакельберга для розподілу пропускної спроможності між залізничними перевізниками з урахуванням ієрархії доступу до інфраструктури. Розроблено функції корисності пасажирського та вантажного перевізників, які враховують експлуатаційні, економічні та інфраструктурні фактори. Встановлено, що використання генетичного алгоритму для визначення вагових коефіцієнтів*

функції корисності дозволяє формувати більш ефективні стратегії вибору ниток графіка руху порівняно з експертним методом оцінювання.

Проблематика. Вступ України до Європейського Союзу (ЄС) передбачає проведення лібералізації залізничного ринку перевезень та надання недискримінаційного доступу до залізничної інфраструктури всім зацікавленим стейкхолдерам. Одним з етапів проведення структурної реформи є зміна механізму розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури, яка враховуватиме специфіку функціонування на ринку декількох залізничних перевізників. Розроблений механізм повинен забезпечувати дієвий та недискримінаційний розподіл залізничної інфраструктури з дотриманням вимог нормативно-правового забезпечення Директив ЄС у частині ієрархії доступу до залізничної інфраструктури. Проведеним аналізом [1] встановлено, що діюча процедура розподілу пропускної спроможності у АТ «Укрзалізниця» не забезпечує ефективного розподілу в умовах запровадження відкритого доступу до залізничної інфраструктури, а також не відповідає вимогам нормативно-правового забезпечення ЄС, а, отже, потребує удосконалення.

Основні матеріали дослідження. Для реалізації процесу розподілу пропускної спроможності в умовах наявності ієрархії доступу до залізничної інфраструктури запропоновано використовувати двоетапну модель (англ. bi-level model) Штакельберга, яка дозволяє визначити структуру поїздопотоку з урахуванням наявності ієрархічних принципів доступу до неї. Розподіл пропускної спроможності реалізується шляхом проведення стратегічної гри між двома залізничними перевізниками.

У розробленій математичній моделі Штакельберга залізничні перевізники розглядаються як гравці у стратегічній грі, які послідовно приймають рішення щодо вибору кількості ниток графіка руху поїздів через перевантажену дільницю. Послідовність прийняття рішень реалізується шляхом поділу ролі лідера та послідовника серед залізничних перевізників. В межах моделі, лідер першим

визначає свою стратегію, яка забезпечить максимізацію його функції корисності U_i з урахуванням очікуваної реакції перевізника-послідовника. У свою чергу послідовник формує свою реакцію, яка враховує рішення перевізника-лідера. Результатом функціонування моделі є рівновага Штакельберга [2] за якою комбінація стратегій лідера формується з урахуванням функції реакції послідовника, а послідовник формує свою стратегію, яка забезпечить оптимальну відповідь на рішення лідера. При такій рівновазі обрана стратегія гравців є найбільш оптимальною серед усіх інших та забезпечує максимізацію визначених функцій корисності. Рівновагу Штакельберга можливо описати наступним рівнянням:

$$N_1^* = \underset{N_1}{argmax}\, U_1(N_1, R(N_1)), \text{де } R(N_1) = \underset{N_2}{argmax}\, U_2(N_2, N_1); \quad N_2^* = R(N_1^*). \tag{1}$$

де ρ_1^*, ρ_2^* - оптимальні стратегії гравців;

U_1, U_2 – функція корисності гравців;

$R(\rho)$ – функція реакції гравця-послідовника на стратегію гравця-лідера.

В умовах функціонування залізничної системи за моделлю відкритого доступу, визначення стратегії з вибору ниток графіка руху з боку кожного перевізника ґрунтується на основі власної функції корисності, яка включає в себе декілька компонентів, які мають різний вплив на стратегії перевізників. Функція корисності включає наступні компоненти: показник середньої швидкості руху, показник інтенсивності поїздопотоку, показник частки використання пропускної спроможності дільниці, показник привабливості маршруту. Для вантажного перевізника додатково враховується показник ступеня наближення обраної

Для кожної компоненти у функції корисності застосовується вагові коефіцієнти, які формують рівень значимості кожного фактора у загальній функції корисності залізничних перевізників, тому важливо визначити метод їх розподілу, який забезпечить найбільшу ефективність обраної стратегії

залізничними перевізниками. Для цього можливо використовувати експертний метод оцінювання або з використанням оптимізаційних методів, зокрема, за допомогою генетичного алгоритму [3]. На рисунку 1 відображено гістограма розподілу значень вагових коефіцієнтів за показниками функції корисності шляхом експертного оцінювання та за допомогою підбору на основі методу оптимізації з використанням генетичного алгоритму.

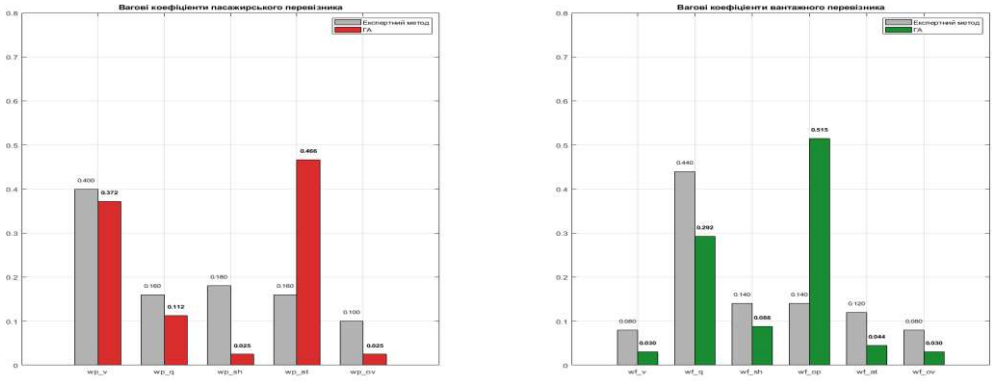


Рисунок 1 – Гістограма розподілу вагових коефіцієнтів за показниками функції корисності

Результати, що наведені на рисунку 1 демонструють значну відмінність між ваговими коефіцієнтами, які сформовані експертним методом та за допомогою генетичного алгоритму. Зокрема, у пасажирського перевізника замість $F_{шв}$ (показник середньої швидкості руху) ключову роль у виборі стратегій починає відігравати вибір показник привабливості дільниці $F_{пр}$, при цьому інші показники знижаються, що відображає даних показників у виборі загальної стратегії. У свою чергу, для вантажного перевізника за методом потимізації вагових коефіцієнтів визначено, що ключовим показником є ступінь наближення обраної інтенсивності руху вантажного поїздопотоку до оптимальних значень за минулі роки $F_{опт}$, замість інтенсивності поїздопотоку $F_{інт}$. Дана зміна забезпечує врахування під час вибору стратегії вже сформованої раніше стратегії з вибору ниток графіка руху, яка забезпечила раціональний рівень експлуатації залізничної інфраструктури з урахуванням потреб вантажного перевізника.

Висновки. У результаті проведеного дослідження розроблено підхід до формування функції корисності залізничних перевізників при розподілі пропускної спроможності залізничної інфраструктури на основі моделі Штакельберга. Встановлено, що використання ієрархічної моделі взаємодії перевізників дозволяє враховувати особливості функціонування ринку відкритого доступу та забезпечувати узгодження стратегій перевізників при виборі ниток графіка руху. Запропоновані функції корисності враховують комплекс експлуатаційних, економічних та інфраструктурних показників, що впливають на процес прийняття рішень перевізниками. Виявлено, що визначення вагових коефіцієнтів за допомогою генетичного алгоритму дозволяє формувати більш раціональні стратегії розподілу пропускної спроможності порівняно з виключно експертним оцінюванням. Отримані результати можуть бути використані при удосконаленні механізмів недискримінаційного розподілу залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України відповідно до вимог ЄС.

Список літератури

1. Прохорченко, А. В., Харченко, Д. Р., Кравченко, М. А., Киман, А. М. Дослідження правил пріоритетності при розподілі пропускної спроможності залізничної інфраструктури. *Транспортні системи та технології перевезень*. 2026. (31), 37–48. DOI: https://doi.org/10.15802/tstt2026/352131

2. Mukhopadhyay S. K., Yue X., Zhu X. A Stackelberg model of pricing of complementary goods under information asymmetry. *International Journal of Production Economics*. 2011. Vol. 134, Issue 2. P. 424-433. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.11.015.

3. Pyrih Y., Klymash M., Pyrih Y., Lavrivin O. Genetic algorithm as a tool for solving optimisation problems. *Information and communication technologies, electronic engineering*. 2023. T.3, № 2. C.95-107. DOI: https://doi.org/10.23939/ictee2023.02.095

harchenko95@kart.edu.ua;

prokhorchenko@kart.edu.ua

Сільванська Г.М., Деордєєва А.Є. СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА УПРАВЛІННЯ РЕНТАБЕЛЬНІСТЮ RO-PAX ПЕРЕВЕЗЕНЬ: КЕЙС СУДНА «SANTOÑA» 189
Сотник В.О., Щебликіна О.В. ВИКОРИСТАННЯ NLP (NATURAL LANGUAGE PROCESSING) ДЛЯ АНАЛІЗУ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ТА ЖУРНАЛІВ ВІДМОВ..... 195
Сумець О.М. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ 202
Супринович В.П., Кічкіна О.І. АДАПТИВНИЙ ПІДХІД ДО ПЛАНУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОСТАЧАННЯ МЕТАЛОВИРОБІВ НА ЕКСПОРТ ЧЕРЕЗ ПОРТ..... 205
Тарасенко Д.В. ОПТИМІЗАЦІЯ МІЖПОЇЗДНИХ ІНТЕРВАЛІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ДІЛЬНИЦЯХ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ БЛОК-ДІЛЬНИЦЬ..... 209
Тихонін В. І., Тихоніна І.І. ЗАСТОСУВАННЯ ДЕРАТИЗАЦІЇ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ МОРЕМ 216
Ушаков А.М., Баркалова Н.О., Вернигора Р. В. ПРОБЛЕМИ ПЕРЕРОБКИ КОНТЕЙНЕРІВ В МОРСЬКИХ ПОРТАХ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ 221
Харченко Д.Р., Прохорченко А.В. РОЗРОБКА ФУНКЦІЇ КОРИСНОСТІ ПЕРЕВІЗНИКА ПРИ РОЗПОДІЛІ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В МОДЕЛІ ШТАКЕЛЬБЕРГА 225
Хітров І.О. ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ КРІПЛЕННЯ ТА РОЗМІЩЕННЯ 230
Худяков І.В., Грицук І.В., Погорлецький Д.С. МОНІТОРИНГ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК СУДЕН ЗМІШАНОГО РАЙОНУ ПЛАВАННЯ «РІКА-МОРЕ»..... 233
Шандер О.Е. НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВІЙНИ І ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ .. 242