Розробка моделі руху має проводитись на основі змінних параметрів, таких як пасажиропотік, технічний стан поїздів та стан інфраструктури. А критерії ефективності за такої моделі мають базуватися на якості обслуговування пасажирів та витратах на перевезення. Окрім цього, така модель має бути легко адаптована до існуючого графіку руху поїздів.

Таким чином, запровадження адаптивного метаевристичного підходу в організації руху регіональних поїздів є перспективним рішенням, що сприятиме інноваційному розвитку пасажирських залізничних перевезень та збільшить їх рівень конкурентоспроможності в Україні.

[1] D. Xinlei, et al. Integrated optimization of train stop planning and timetabling for commuter railways with an extended adaptive large neighborhood search metaheuristic approach. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2020, 117: 102681.

УДК 656.13(075)

ПРОГНОЗУВАННЯ ВАНТАЖОПОТОКУ СТАЛІ НА ОСНОВІ ОДНОФАКТОРНОГО КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ

CARGO TRAFFIC FORECASTING BASED ON ONE-FACTOR CORRELATIO N AND REGRESSION ANALYSIS

І.Ю. Леснікова, Н.В. Халіпова, С.А. Разгонов
Університет митної справи та фінансів (м.Дніпро)

I.Y. Lesnikova, N.V. Khalipova, S.A. Razgonov
University of Customs and Finance (Dnipro)

Прогнозування вантажних перевезень – одна із важливих і складних проблем в теорії і практиці планування. Складність пояснюється тим, що на розмір перевезень впливає багато факторів: економічних, соціальних, політичних, а математична модель не може охопити усю складність процесу перевезень вантажів[1].

Використовуючи різні методики визначення митної вартості, держава може посилювати фіскальну спрямованість митних платежів, застосовуючи, наприклад, комбіновані ставки мита, може стимулювати товаропотік у певному напрямі або, навпаки, перешкоджати імпорту чи експорту товару у випадках формування митної вартості на адміністративно-фіксованій системі цін [2].

Вихідні дані вантажопотоку сталі наведено в табл. 1, де X – обсяг сталі в т, що імпортувався в Україну з 2016 по 2021 роки, Y – відповідна сума сплачених платежів за цей товар в тис грн.

Таблиця 1

Рік	2016	2017	2018	2019	2020	2021
X, т	55565,23	63606,47	25065,234	30544,746	29504,511	30101,7
У,тис грн	73419,29	81284,33	52419,2867	42405,409	44833,801	53207

Рівняння нелінійної парної регресії можна представити у вигляді :

- гіперболічної функції : $\hat{y}_x = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \frac{1}{x} = 99760{,}15 - \frac{1446913313}{\text{x}}$
- степеневої функції : $\hat{y}_x = \hat{a}_0 x^{\hat{a}_1} = 91{,}78972 \cdot \text{x}^{0{,}610776}$
- показникової функції : $\hat{y}_x = \hat{a}_0 \hat{a}_1^x = 31517{,}1844 \cdot 1{,}0000148^{\text{x}}$ [7].

Для нелінійної регресії тісноту зв'язку факторної і результативної ознак оцінює ***індекс кореляції*** ρ_{yx}, який знаходиться за формулою:

1) для рівносторонньої гіперболи $\rho_{yx} = \sqrt{1 - \frac{262816903}{1250540695}} \approx 0{,}88873$

2) для степеневої функції $\rho_{yx} = \sqrt{1 - \frac{161533890{,}8}{1250540695}} \approx 0{,}93318$

3) для показникової функції, $\rho_{yx} = \sqrt{1 - \frac{130626007}{1250540695}} \approx 0{,}94633$

Якість побудованої моделі можна оцінити через ***індекс детермінації*** ρ_{yx}^2. Та з функцій, для якої ρ_{yx}^2 має найбільше значення, є більш оптимальною і краще описує залежність показників.

Для оцінки значущості індексу детермінації використовується ***F-критерій Фішера***, фактичне значення якого знаходиться за формулою :

$$F_{факт1} = \frac{0{,}88873^2}{1 - 0{,}88873^2} \cdot (6-2) \approx 15{,}0329$$

$$F_{факт2} = \frac{0{,}93318^2}{1 - 0{,}93318^2} \cdot (6-2) \approx 26{,}9666$$

$$F_{факт3} = \frac{0{,}94633^2}{1 - 0{,}94633^2} \cdot (6-2) \approx 34{,}2938$$

Для всіх трьох побудованих рівнянь регресії перевіряємо нульову гіпотезу H_0 : про випадкову природу залежності пояснювальної змінної від пояснюючої. Це означає, що факторна дисперсія істотно більша за залишкову, а значить рівняння регресій у вигляді рівносторонньої гіперболи, степеневої та показникової функцій якісно описують зміну результативної ознаки Y при зміні факторної ознаки X .

Використовуючи знайдене рівняння нелінійної регресії для імпортованої сталі, заданої у вигляді степеневої функції, зробимо прогноз для індивідуальних значень $y_{пр}$ на 2022 рік при $x_{пр} = 35000m.$

Зводимо нелінійну регресію до лінійного виду: $V = 4{,}5195 + 0{,}610776U$

Точкове значення прогнозу при $U_{пр} = Ln(35000) = 10{,}4631033$:

$V_{пр} = b_0 + b_1 U_{пр} = 4{,}5195 + 0{,}610776 \cdot 10{,}4631033 = 10{,}910116$

Для лінійної моделі число параметрів m = 2, тому незміщена оцінка дисперсії залишків знаходиться: $\sigma_u^2 = \frac{0{,}0696261}{6-2} = 0{,}0174065$

$$\sigma_u = 0{,}1319338$$

Дисперсія індивідуальних значень V_{np} при $U = U_{np}$:

$$\sigma^2_{V_{np(i)}} = 0{,}0174065 \cdot \left(1 + \frac{1}{6} + \frac{(10{,}4631033 - 10{,}50777)^2}{0{,}740425162}\right) = 0{,}0203545 \; \sigma_{V_{np(i)}} = 0{,}142669$$

$$10{,}910116 - 1{,}1896 \cdot 0{,}142669 \le V_{np} \le 10{,}910116 + 1{,}1896 \cdot 0{,}142669$$

Використовуючи зворотні перетворення знаходимо, що надходження платежів (тис. грн.) на 2022 рік при обсязі імпортованої сталі 35000 т буде знаходитися в інтервалі : $49030{,}116 \le y_{np} \le 61083{,}6796$

Отже були отримані відносно вузькі межі інтервального прогнозу.

[1] Назаренко, О. М. Основи економетрики [Текст]: підручник / О. М. Назаренко. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 392 с
[2] Кучма, М. І. Математичне програмування : приклади і задачі [Текст]: навч. посібник / М. І. Кучма. – Л.: Новий світ-2000, 2006. – 344 с.

УДК 656.07

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL WORK PARAMETERS RAILWAY JUNCTION

А.О. Скрипка, О.В. Грейман, канд. техн. наук К.В. Крячко
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

A. Skripka, O. Greyman, K. Kryachko PhD (Tech.)
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

У зв’язку з складною економічною ситуацією в Україні викликаною воєнними діями, виникає потреба в застосуванні сучасних логістичних підходів в усіх ланках перевізного процесу, в тому числі й в роботі залізничних вузлів.

Було виявлено, що тривалість знаходження вантажного вагона у вузлах, в окремих випадках, перевищує нормативні значення по станціях [1], що, найчастіше, призводить до значного часу знаходження рухомого складу у залізничному вузлі в цілому. Отже, основну увагу потрібно спрямувати на мінімізацію затримок по маршруту прямування вантажного вагона по всіх технологічних ланцюгах системи. У разі відхилення від існуючої роботи елементів залізничного вузла з'являється потреба у використанні новітніх інформаційних технологій з метою ліквідації недоліків у даній технології роботи [2]. На сортувальних та вантажних станціях, що входять с состав залізничних вузлів, вхідними та вихідними потоками є