

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту

**ІТТ** | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
ТРАНСПОРТНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ



# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



**ІТТ2024**

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 5-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Харків 2024

5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 339 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет  
залізничного транспорту, 2024

[3] Константинов Д.В. Моделирование оперативного регулирования маршрутами приміського руху на основі нечіткої логіки та нейронних мереж [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Константинов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – №1(80)'. – С. 13–19.

[4] Konstantinov D.V. Optimization of train routes based on neuro-fuzzy modeling and genetic algorithms / Peter Dolgoplov, Denis Konstantinov, Liliya Rybalchenko, Ruslans Muhitovs // Procedia Computer Science. – 2019. – Volume 149. – Pages 11-18.

**УДК 656.072.4**

## **АДАПТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ**

### **ADAPTIVE DEVELOPMENT DIRECTIONS FOR SUBURBAN TRANSPORTATION ON UKRAINIAN RAILWAYS**

***М.С. Шевченко, канд. техн. наук Д.В. Константинов,**  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

***M.S. Shevchenko, D.V. Konstantinov PhD (Tech.),**  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Розвиток приміських перевезень на залізницях України неможливий без вирішення головних проблем приміського залізничного транспорту, що гальмують його розвиток. Це дефіцит рухомого складу та необхідність покращення якості його використання, оптимізація тарифної політики та боротьба з безоплатним проїздом, удосконалення існуючої системи організації приміського руху та технологій обробки приміських поїздів. Комплексне вирішення цих проблем є дуже складним завданням, особливо в умовах військового стану, та є неможливим без впровадження якісно нових зразків рухомого складу і організації гнучкої системи приміських перевезень, адаптованих до рівнів попиту. Новий рухомий склад має задовольняти за рівнем комфорту попиту сучасного споживача, та дозволяти за конструкцією і експлуатаційними характеристиками за необхідності організувати оперативні зміни композиції приміських поїздів у деповських та станційних умовах. Нова система приміського руху має бути адаптована до об'ємів попиту на перевезення, і в умовах використання нового рухомого складу повинна передбачувати на основі прогнозування пасажиропотоків удосконалення технологій обробки приміських поїздів на опорних станціях з використанням оперативного регулювання щодо оптимальних змін композицій составів у різні періоди доби на всіх напрямках руху.

Задача прогнозування в загальному вигляді має зводиться до оцінки майбутніх значень впорядкованих в часі даних на основі аналізу та виявлення складних залежностей у вже існуючих даних. Враховуючи значні коливання

пасажиропотоків протягом доби та нерівномірність графіку відправлення приміських поїздів на різних напрямках, з метою оптимізації процесу прогнозування та адаптації до коливань і нечіткості вхідної інформації доцільно представляти статистичні дані (наприклад відправлення пасажирів за добу) у вигляді послідовності періодів (наприклад 8 періодів по 3 години) (рис.1). Це дасть змогу підвищити точність прогнозування, і на основі прогнозованих даних отримувати достатній період часу на проведення оперативних регулювальних заходів спрямованих на забезпечення реальних обсягів попиту [1].

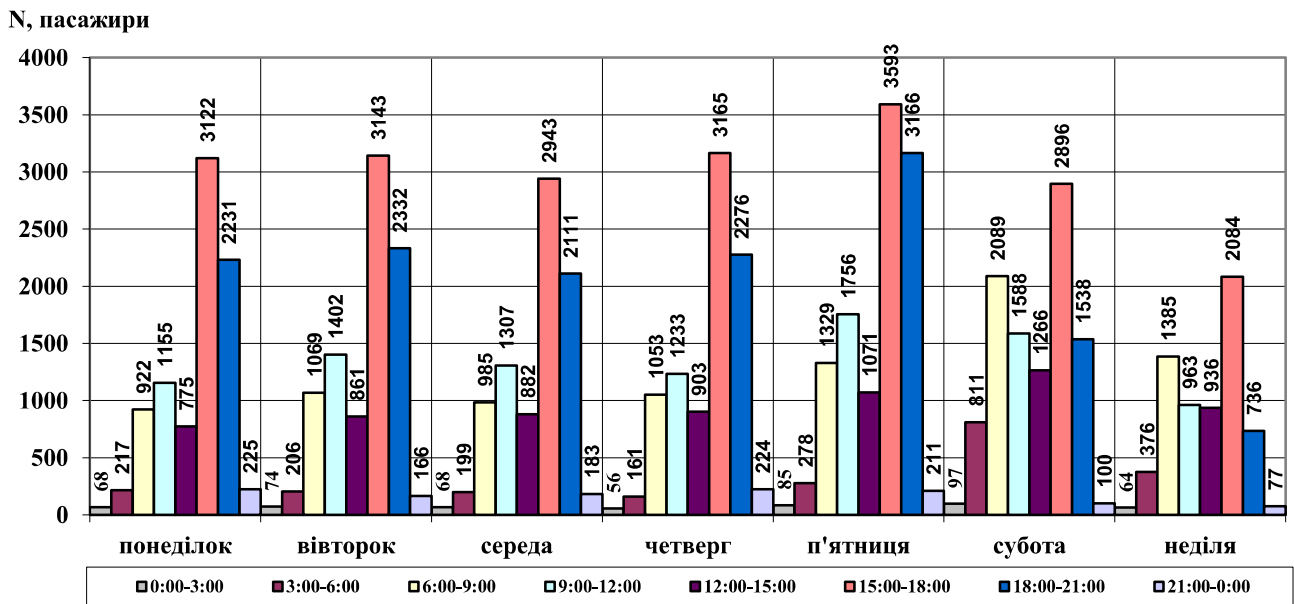


Рис. 1. Динаміки відправлення пасажирів в приміському сполученні по годинам доби

Вихідною інформацією для проведення прогнозування є тимчасовий ряд, що складається з значень в послідовні моменти часу. Тому загальний вигляд задачі прогнозування буде

$$\mathbf{X} = (X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-d-1}, X_{t-d}) \rightarrow y_{t+1} = f(\mathbf{X}), \quad (1)$$

де  $\mathbf{X} = (X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-d-1}, X_{t-d})$  - значення пасажиропотоку в певні періоди доби  $t$ , що подаються на вхід моделі, з глибиною занурення  $d$ ;

$y_{t+1} = f(\mathbf{X})$  - прогнозне значення пасажиропотоку на наступний період доби  $t+1$ , що залежить від значення входу.

Впровадження оперативного регулювання приміськими перевезеннями з використанням нових зразків рухомого складу, таких як, наприклад, рейковий автобус, на основі передових досягнень в галузі інтелектуальних технологій є одним з найперспективніших шляхів розвитку галузі. Реалізація оперативної технології потребує надання системі управління адаптації та сприятливості до змін

ситуації на ринку перевезень що обумовлює необхідність розробки та впровадження систем підтримки прийняття рішень (СППР), спрямованих на оптимізацію процесу прийняття оперативних рішень на всіх рівнях управління приміським пасажирським комплексом [2].

Можливі варіанти вирішення задачі оперативного регулювання приміського рухомого складу залежать від трьох основних параметрів технологічного процесу в приміському русі - очікуваних темпів зміни пасажиропотоку  $\Delta A$ , отриманих за прогнозом надходження пасажирів на транспорт, коефіцієнту використання місткості приміських пасажирських поїздів  $\alpha$  даного напрямку на момент розрахунку, та достатнього часу на реалізацію оперативного регулювання  $t_{об}$  в умовах обмеження за розкладом руху. Таким чином, задача розробки відповідних рішень для оперативного регулювання композиції складу полягає у виконанні відображення [2]

$$X = (\Delta A, \alpha, t_{об.}) \rightarrow D \in \{d_1, d_2, \dots, d_k\}, \quad (2)$$

де  $d_1$  - збільшити місткість складу;  
 $d_2$  - зменшити місткість складу;  
 $d_3$  - не виконувати оперативного регулювання;  
 $d_4$  - призначити додатковий поїзд;  
 $d_5$  - відмінити поїзд;  
 $d_6$  - призначити поїзд меншої місткості (рейковий автобус) замість поїзда більшої місткості (електропоїзд);  
 $d_7$  - відмінити поїзд меншої місткості (рейковий автобус) і призначити поїзд більшої місткості (електропоїзд).

Також можливим вирішенням питання оптимізації використання приміського рухомого складу в умовах впровадження оперативного регулювання композиції приміських поїздів може бути розробка нових схем курсування, заснованих на принципах адаптації до рівня попиту та мінімізації витрат на перевезення [3].

Вирішення цих завдань безумовно потребує використання передових наукових підходів в галузі управління експлуатаційною роботою транспортних систем. Досягнення позитивних результатів в зазначених задачах розвитку дозволить покращити якість використання приміського рухомого складу та може дати можливість підвищити середньодобову населеність приміських поїздів до рентабельного рівня, що призведе до зниження собівартості приміських перевезень та зниження витрат на їх організацію при збільшенні рівня прибутків.

[1] Константінов Д.В. Моделювання системи оперативного прогнозування пасажиропотоків в приміському сполученні на основі використання інтелектуальних технологій [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Константінов, Т.О. Деревянко // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2009. – №1/3(37). – С. 43–47.

[2] Константинов Д.В. Розробка системи підтримки прийняття рішень з застосуванням нейро-нечіткого моделювання для реалізації оперативного регулювання композиції составів у приміському сполученні [Текст] / Д.В. Константинов // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків, 2009. – №111. – С. 68–81.

[3] Константинов Д.В. Моделювання оперативного регулювання маршрутами приміського руху на основі нечіткої логіки та нейронних мереж [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Константинов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – №1(80)'. – С. 13–19.

**УДК 656.222.3:658.5**

## **СУЧАСНІ ПІДХОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РИЗИКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

### **MODERN APPROACHES TO RISK IDENTIFICATION IN RAILWAY TRANSPORT**

*д. філос. Д.О. Кульова, С.В. Прохоров*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D.O. Kulova, PhD (Tech.), Prokhorov S.V.*

*Ukrainian State University of railway transport (Kharkiv)*

Процес ідентифікації ризиків є ключовою складовою ризик-менеджменту та першим і найважливішим етапом у забезпеченні безпеки перевізного процесу. Відповідно до [1] ідентифікація ризиків – це процес виявлення, опису та документування потенційних загроз, які можуть впливати на діяльність або систему. Даний етап є важливим, оскільки саме на основі виявлених ризиків визначаються подальші дії щодо їх аналізу, оцінювання та мінімізації.

Для ідентифікації ризиків застосовуються методи «мозкової атаки», Дельфі, НАЗОР, переліки контрольних питань, аналіз статистичних даних, методи групової роботи, коли група експертів ідентифікує ризики за допомогою структурованого набору навідних питань та ін. Застосування вищезазначених методів забезпечує комплексний підхід до виявлення можливих загроз, підвищує точність і повноту ідентифікації ризиків, а також сприяє розробці ефективних заходів для їх подальшого управління та мінімізації. Однак, для досягнення високої ефективності процесу ідентифікації важливо поєднувати різні підходи та враховувати специфіку кожної ситуації, залучаючи як експертний досвід, так і сучасні аналітичні інструменти.

Сучасні технології, такі як цифрові двійники, системи моніторингу в режимі реального часу та штучний інтелект, значно розширюють можливості ідентифікації ризиків. Цифровий двійник (англ. Digital Twin) дозволяє створити віртуальну копію