

спеціалізуються в області розробки універсального (платформного) програмного забезпечення.

[1] Odijk MA, Aalst, van der WMP. A Petri net based simulation tool to evaluate the performance of railway stations. In Guasch A, Huber RM, editors, Modelling and Simulation (Proceedings of the 1994 European Simulation Multiconference, ESM'94, Barcelona, Spain, June 1-3, 1994). Society for Computer Simulation. 1994. p. 207-211

[2] Yali, Y. Research on the Interchange Performance of Transportation Hub Based on Yishan Road Station, Shanghai/ Y. Yali, C. Hao, Z. Ruoping // Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. – 2013. – № 6(23). – P. 4432-4437

[3] Kuckelberg, A. Graph Databases and Railway Operations Research Requirements / A. Kuckelberg // CEUR Workshop Proceedings. – 2015. – Vol. 1330. – P. 183-188.

[4] Малашкін В. В. Система автоматизованого синтезу колійного розвитку залізничних станцій / В. В. Малашкін // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія : Нові рішення в сучасних технологіях. - 2015. - № 14. - С. 106-113

[5] Модели, методы и алгоритмы автоматизированного проектирования железнодорожных станций : монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин. — Д. : Изд-во Маковецкий, 2010. — 156 с.

**УДК 629.488**

## **ПАРАМЕТРИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОГНІТИВНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ**

### **PARAMETRIC IDENTIFICATION OF COGNITIVE MODEL OF SYSTEM REPAIR LOCOMOTIVES**

*докт. техн. наук В.Г. Пузир, канд. техн. наук Ю.М. Дацун, О.М. Обозний  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V.G. Puzyr, Doc. Sciences (Tech.), Y.M. Datsun PhD (Tech.), O.M. Obozny  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Основною функцією локомотиворемонтного виробництва є підтримання локомотивів в працездатному стані. Для її реалізації залучаються всі необхідні засоби та ресурси. Сукупність всіх взаємопов'язаних засобів та виконавців, необхідних для підтримання і відновлення локомотивів мають системні ознаки.

Ремонтне виробництво локомотивів базується на складових: стратегія, організація та технологія ремонту. Кожне з цих складових впливає на кінцевий результат процесу ремонту. Впровадження адаптивного управління цими складовими на принципах системного підходу дозволить підвищити ефективність роботи ремонтного виробництва.

Складність процесу управління такою системою обумовлена низкою її характеристик:

- багатofакторність і взаємопов'язаність її процесів, через що неможливо відокремлення та детальне дослідження окремих явищ – всі події системи повинні розглядатися в сукупності;

- відсутність достатньої кількісної інформації про динаміку процесів, що змушує переходити до якісного аналізу таких процесів;

- мінливість характеру процесів в часі і т. д.

Системи з такими характеристиками є слабоструктурованими, їх аналіз та моделювання традиційними методами пов'язаний зі складністю і низькою ефективністю.

В даний час в ряді областей науки та інформаційних технологій для дослідження слабоструктурованих систем активно використовується когнітивне моделювання [1]. В якості моделі в такому випадку зазвичай використовується когнітивна карта, що представляє основні закони і взаємозв'язки в системі у вигляді орієнтованого знакового графа, в якому вершини графа - це чинники (концепти, значимі ознаки, характеристики ситуації), а дуги між факторами - причинно-наслідкові зв'язки між факторами [2].

За результатами досліджень [3] основними елементами системи ремонту локомотивів є: локомотив до ремонту; ремонт локомотива; локомотив після ремонту; управління ремонтом; стратегія ремонту; технологія ремонту; організаційна виробнича структура; технічний рівень виробництва.

Причинно-наслідкові зв'язки між ними визначаються в результаті експертного опитування фахівців галузі та формалізуються у вигляді когнітивної карти. Далі, на основі експертних уявлень про ситуацію що моделюється, в когнітивну модель додаються зв'язки між концептами.

Одним з найбільш важливих і при цьому найбільш складних етапів в процесі побудови нечіткої когнітивної карти є параметрична ідентифікація, тобто визначення ваги зв'язків (інтенсивностей впливу) між концептами. Оскільки основним джерелом інформації під час побудови карти є експерти, то найбільш поширеними методами задання ваги є експертні методи, які діляться на прямі і непрямі. Прямі методи передбачають безпосереднє (явне) задання ваги експертом. Даний спосіб задання ваги є найбільш простим, однак його використання призводить до зниження обґрунтованості та адекватності результатів, що пояснюється високим ступенем суб'єктивності оцінок.

Непрямі методи використовуються для зниження впливу суб'єктивізму під час задання вагових характеристик, і в їх основі лежить розбиття загальної задачі визначення цих характеристик на ряд більш простих підзадач. В якості непрямих методів можуть застосовуватися методи побудови функцій приналежності дискретних нечітких множин: метод парних порівнянь і метод множин рівня.

Під час застосування методу парних порівнянь, результати представляють у вигляді матриці

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} \end{vmatrix} \quad (1)$$

де  $a_{ij}$  – формалізована оцінка переваги концепту  $e_i$  над концептом  $e_j$  когнітивної карти.

Величини  $a_{ij}$  можуть визначатись як із застосуванням шкали Сааті так і інтервальних, лінійних, нелінійних чи «сірих» шкал.

Отримана матриця парних порівнянь має перевірятись на узгодженість шляхом обчислення індексу CI та відношення CR узгодженості.

Порівняння значень CI та CR показало, що експертні оцінки, виражені в альтернативній шкалі характеризуються більшою узгодженістю.

В результаті вирішення задачі параметричної ідентифікації отримані значення інтенсивностей впливу між концептами, що будуть використані під час побудови когнітивної моделі системи ремонту локомотивів.

[1] Силов В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.

[2] Kosko B. Fuzzy cognitive maps // Intern. Journal of Man Machine Studies. – 1986. – V. 1. – pp. 65–75.

[3] Puzyr V., Datsun Y., Pyvo V. The research into locomotive repair industry on the basis of cognitive modelling. Theses of international scientific and practical conference “Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects”. Salou (Spain) 4-11 May 2019. – 77-78 pp.

**УДК 625.025**

## **ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПРИ ШВИДКІСНОМУ РУСІ ПОЇЗДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ**

### **DESIGN OF RAILWAY INFRASTRUCTURE OF HIGH-SPEED TRAINS TRAFFIC WITH USE OF AUTOMATED SYSTEMS**

*канд. техн. наук Г.В. Шаповал*

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

*G. Shapoval, PhD (Tech)*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Впровадження швидкісного руху поїздів передбачає об'єднання сучасних технологій різних галузей промисловості: транспортного будівництва, машинобудування, комп'ютерних технологій, зв'язку та інших. Практичний досвід його реалізації потребує переоснащення залізничної інфраструктури та значних капітальних вкладень.

Потреба у швидкісних перевезеннях визначила актуальність досліджень, в частині можливості, використання для цього діючої інфраструктури залізниць країни. Розробка процедури її модернізації дозволить мінімізувати витрати на проектування швидкісних магістралей, але при цьому потребує обґрунтування нових технічних рішень [1].

Враховуючи досвід проектування та будівництва швидкісних магістралей необхідно дотримуватись наступних вимог [2]: