

ресурсу БТД вимагає застосування комплексного підходу, який передбачає вдосконалення конструкції двигунів, покращення систем охолодження, впровадження інтелектуальних методів керування й розвинених систем моніторингу технічного стану. Застосування цих підходів дозволяє істотно збільшити напрацювання на відмову, зменшити експлуатаційні витрати і покращити енергоефективність локомотивного парку.

[1] Martuyshv N. V., Malozyomov B. V., Sorokova S. N., Efremkov E. A., Valuev D. V., Qi M. (2023). Review models and methods for determining and predicting the reliability of technical systems and transport. *Mathematics*. 2023. Vol. 11, Iss. 15. 3317. <https://doi.org/10.3390/math11153317>.

[2] Nerubatskyi V. P. Investigation of the influence of external factors on the efficiency of locomotive traction motors. *Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції «Людина, суспільство, комунікативні технології»* (Харків, УкрДУЗТ, 24 жовтня 2025 р.). Дніпро: Середняк Т. К., 2025. С. 217–219.

[3] Нерубацький В. П. Моніторинг технічного стану безколекторних тягових двигунів завдяки залученню цифрових технологій сьогодення. *Тези доповідей 6-ї міжнародної науково-технічної конференції «Інтелектуальні транспортні технології»* (Харків, УкрДУЗТ, 24–26 листопада 2025 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 81–83.

[4] Papkov A. V., Berezinetz N. I., Kireev A. V., Pak V. M. Longevity tests of class-H insulation systems (180°C) in locomotive traction motors. *R. Electrical Engineering*. 2011. Vol. 82. P. 189–191. <https://doi.org/10.3103/S1068371211040134>.

[5] Nategh S., Boglietti A., Liu Y., Barber D., Brammer R., Lindberg D. A review on different aspects of traction motor design for railway applications. *IEEE Transactions on Industry Applications*. 2020. Vol. 56, Iss. 3. P. 2148–2157. <https://doi.org/10.1109/TIA.2020.2968414>.

**УДК 656.22**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДВ'ЯЗКИ ЛОКОМОТИВІВ ДО ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

### **IMPROVEMENT OF LOCOMOTIVE CONNECTING TO TRAINS BASED ON SIMULATION MODELING**

*П.В. Долгополов, канд. техн. наук., П.Р. Пелех, Р.І. Хлебик  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*P. Dolgoplov, PhD (Tech.), P. Pelekh, R. Khliebyk  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Важливою умовою ефективної експлуатаційної роботи залізниці є відповідність можливостей залізничної інфраструктури, зокрема ресурсів локомотивного господарства кількості поїздів, що планується пропустити впродовж кожного оперативного періоду (зміни, доби). Недотримання цього балансу може призвести до серйозних затримок перевізного процесу, що веде до збільшення витрат [1]. Стабільність руху поїздів не тільки від колійного розвитку і систем автоматики, а і від експлуатованого парку локомотивів у депо і інших факторів [2].

Тому у даній роботі побудована імітаційна модель у термінах математичного апарату кольорових мереж Петрі, що враховує нерівномірність

перевізного процесу і різномірність транспортних об'єктів на залізничному полігоні.

Визначенні експлуатаційні параметри роботи локомотивів і поїздів в умовах коливань обсягів роботи для оперативного прогнозування критичних ситуацій забезпечення поїздів локомотивами для вчасного прийняття регулювальних мір по недопущенню появи черги поїздів.

На рис. 1 отримані залежності черги поїздів  $N_{оч}$ , що простоюють в очікуванні відправлення через нестачу локомотивів, від кількості поїздів, що прибувають на сортувальну станцію за годину  $N_{приб}$  і експлуатованого парку локомотивів  $M_{лок}$ , що обслуговують базове локомотивне плече.

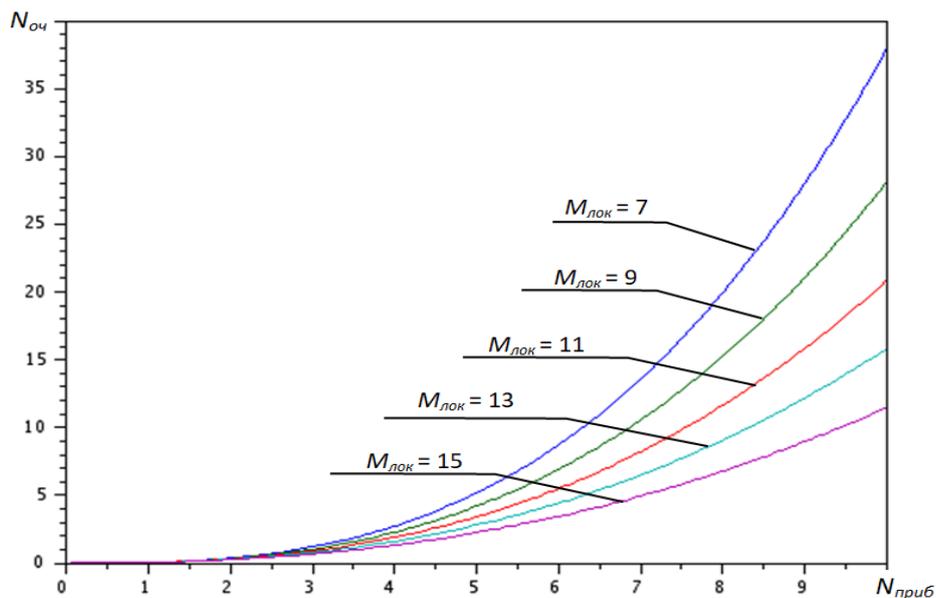


Рис. 1. Залежності величини черги составів на сортувальній станції від поїздопотоку за годину і експлуатованого парку локомотивів

Залежності показують, що занадто інтенсивний поїздопоток, при недостатній кількості локомотивів веде до геометричного зростання черги поїздів.

Реалізація даної моделі дає можливість удосконалити методику визначення числа об'єктів інфраструктури сортувальної станції для обробки поїздів на основі імітаційного моделювання у реальному масштабі часу. Модель дає можливість передбачати критичні ситуації із забезпечення вантажних поїздів локомотивами на станціях формування поїздів за 4-6 год до наступлення такої події.

При удосконаленні автоматизованих робочих місць диспетчерського персоналу відповідними інтелектуальними модулями запропонована технологія дозволить заздалегідь приймати якісні міри з організації роботи локомотивів [3], послідовності формування поїздів, корегування ниток графіку руху вантажних поїздів і графіку роботи локомотивів з метою недопущення простоїв локомотивів і збільшення черги поїздів в очікуванні відправлення.

- [1] Головка Т. В., Долгополов П. В., Ляпін Д. Ю., Демченко І. С. Прогнозування обсягів вагонопотоків пунктів взаємодії з використанням методу Random Forest // 36. Наук. праць Укр. держ. унів. залізн. трансп. 2025. № 212. С. 259–267.
- [2] Долгополов П.В., Гудзенко Р.В. Дослідження проблематики і удосконалення розподілу масових експортних залізничних перевезень вантажів / 5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 27–28 листоп. 2024 р.: Тези доповідей. Харків: УкрДУЗТ, 2024. С. 41.
- [3] Долгополов П. В., Трегубчак Д. В. Удосконалення організації поїздопотоків на залізничному полігоні в умовах швидкісного руху. *Збірник наук. праць Укр. держ. універ. залізн. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип.163. С. 25–30.

**УДК 629.4.018**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСІВНИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЕЛЕКТРОВОЗІВ СЕРІЇ ВЛ10 З МЕТОЮ УБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

### **RESEARCH OF LOAD-BEARING METAL STRUCTURES OF VL10 SERIES ELECTRIC LOCOMOTIVES WITH THE PURPOSE OF ENSURING THEIR OPERATION**

*Доктор техн. наук О.В. Фомін, PhD П.М. Прокопенко  
Національний транспортний університет (м. Київ)*

*O.V. Fomin D.Sc (Tech.), P.M. Prokopenko, PhD (Tech.)  
National Transport University (Kyiv)*

Електровози постійного струму серії ВЛ10 відіграють значну роль у вантажних та пасажирських перевезеннях АТ «Укрзалізниця», при цьому виникає необхідність в забезпеченні подальшої експлуатації поза встановленим строком служби несівних металевих конструкцій цих електровозів спеціальними організаціями.

Станом на теперішній час, загальний парк електровозів постійного струму серії ВЛ10 по залізницям України складає 44 секції, всі вони експлуатуються на Львівській залізниці. На основі діючих Технічних умов забезпечується безпечна експлуатація електровозів серії ВЛ10 зі строком до 50 років з дати побудови локомотива.

Визначено типові місця виникнення дефектів: зони технологічних отворів шворневих брусів рам візків, місця розташування кронштейнів для гасителів коливань кузова, зони зварних швів кутової вставки в місцях з'єднання горизонтального та вертикального листів рами візка.

Для оцінки показників міцності та опору втомі розроблено 3D-моделі, скінченно-елементні та розрахункові моделі рухомого складу. Розрахункові 3D-моделі рам кузовів та рам візків електровозів ВЛ10 створені на основі їх креслеників. Для прикладу приведено 3D-модель рами візка (рис. 1).

На підставі розрахунків за створеними моделями несівних конструкцій електровозу за розрахунковими режимами та з врахуванням положень існуючих нормативних документів [1, 2], досвіду проведення відповідних робіт