

важливий вплив на економічний розвиток та співпрацю між обома сторонами. Необхідно продовжувати працювати над покращенням залізничної інфраструктури та розвитком транспортних коридорів для забезпечення ефективності та конкурентоспроможності залізничного транспорту між Україною та ЄС. Це можна здійснити шляхом впровадження нових технологій та інновацій у залізничний транспорт, покращення якості та ефективності перевезень, спрощення митних процедур та зменшення бюрократії.

[1] Бондар В. В. Рівень розвитку транспортної інфраструктури України: національний та глобальний вимір. Вісник Миколаївського національного університету ім. О. В. Сухомлинського. 2014. Вип. 2. С. 168-171.

[2] Стрелко О. Г., Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Конєва Н. О. Аналіз європейського досвіду розвитку залізничного транспорту та можливості його використання для України. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи : Збірник наукових праць XV Міжнародної науково-практичної конференції. Київ : СНУ ім. В. Даля, 2023. С. 137-140.

УДК 658.5:621.313.333:656.2

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
СОБІВАРТОСТІ ПОТОЧНИХ РЕМОНТІВ ТЯГОВИХ
ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ**

**ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF THE
COST OF CURRENT REPAIRS OF LOCOMOTIVE
TRACTION ELECTRIC MOTORS**

О.М. Обозний¹, М.В. Кондратюк¹

¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

О.М. Oboznyi¹, M.V. Kondratiuk¹

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Сучасні виклики у сфері залізничного транспорту України пов'язані з потребою зниження експлуатаційних витрат на фоні зростання вартості енергоресурсів, матеріалів та послуг. Одним із найбільш витратних процесів технічного обслуговування є поточні ремонти тягових електричних двигунів (ТЕД), що безпосередньо впливають на ефективність функціонування локомотивів. Існуючі підходи до організації таких ремонтів здебільшого шаблонні, не враховують індивідуальні параметри агрегатів, економічну доцільність використання ресурсів та реальні експлуатаційні умови.

Метою цього дослідження є розробка економіко-математичної моделі оптимізації собівартості поточних ремонтів ТЕД, яка базується на методах лінійного програмування. Запропонована модель дозволяє здійснювати мінімізацію витрат при одночасному забезпеченні нормативного рівня технічної надійності, що є критично важливим для гарантування безпеки руху та стабільної роботи залізничної техніки.

Модель включає цільову функцію – мінімізацію загальної вартості ремонту одного ТЕД, а також систему обмежень, які відображають технічні, логістичні та організаційні аспекти. До основних змінних входять витрати на матеріали (мідна обмотка, ізоляційні матеріали, підшипники), оплату праці, енерговитрати, амортизацію, а також накладні витрати. Серед обмежень враховано допустимий час ремонту, наявність ресурсів, мінімально допустимий рівень технічної надійності та технологічні співвідношення між елементами ремонту.

Для практичної перевірки моделі було проведено моделювання з використанням умовних даних, що відображають типову структуру витрат. Порівняння стандартного сценарію (традиційна калькуляція) з оптимізованим показало можливість скорочення витрат до 15% без зниження технічного результату. Наприклад, при нормативній вартості ремонту 40 000 грн, оптимізована модель дозволила досягти витрат у 33 000 грн, зберігаючи рівень надійності на позначці $R = 20$ одиниць і скорочуючи загальний час виконання робіт.

Додатково проведено аналіз чутливості моделі до зміни цін на ключові ресурси – зокрема мідну обмотку, яка займає найбільшу частку в структурі прямих витрат. Результати показали, що навіть при зміні ціни на $\pm 20\%$, загальна собівартість змінюється лише в межах $\pm 4,2\%$, що свідчить про стійкість моделі до ринкових коливань.

На основі проведених досліджень запропоновано набір практичних рекомендацій щодо впровадження моделі на рівні локомотивного депо. Зокрема, йдеться про цифровізацію обліку ремонтних витрат, створення уніфікованих калькуляцій, навчання персоналу з метою підвищення фінансової грамотності в технічному управлінні, а також інтеграцію моделі в інформаційні системи управління технічним обслуговуванням.

Окремо окреслено основні бар'єри, які можуть заважати впровадженню моделі: організаційний опір змінам, обмежена наявність точних даних, складність сприйняття математичних моделей персоналом. Для їх подолання рекомендовано поетапне впровадження, візуалізацію моделей у зручному форматі (таблиці, графіки), використання демонстраційних прикладів економії для залучення підтримки керівництва.

Таким чином, розроблена модель може бути використана як ефективний інструмент прийняття рішень у сфері технічного обслуговування локомотивного парку, що поєднує технічні й економічні фактори в єдину систему управління витратами. Її застосування сприятиме підвищенню

фінансової ефективності підприємств залізничного транспорту, зниженню залежності від ринкових коливань і формуванню культури раціонального ресурсоспоживання.

[1] Gong Q., Yang L., Li Y., Xue B. Dynamic Preventive Maintenance Optimization of Subway Vehicle Traction System Considering Stages // Applied Sciences. – 2022. – Vol. 12, No. 17. – P. 8617. – DOI: 10.3390/app12178617. [MDPI](#)

[2] Zomer J., Bešinović N., de Weerd M.M., Goverde R.M.P. The Maintenance Scheduling and Location Choice Problem for Railway Rolling Stock // arXiv preprint arXiv:2103.00454. – 2021. [arXiv+1arXiv+1](#)

[3] Cuenca R.M. Simple Cost Model for EV Traction Motors. – Argonne National Laboratory, 1995. – 17 p. – URL: https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc742528/Charged_EVs+2UNT_Digital_Library+2ScienceDirect+2

[4] Das Gupta S., Tobin J.K., Pavel L. Linear Programming Makes Railway Networks Energy-efficient // ResearchGate. – 2015. – URL: https://www.researchgate.net/publication/279459125_Linear_Programming_Makes_Railway_Networks_Energy-efficientResearchGate

[5] Feng Y., Zhang Y., Wang Y. Cost-Effectiveness Oriented Intelligent Maintenance Scheduling Optimization for Traction Power Supply System of High-Speed Railway // ResearchGate. – 2022. – URL: https://www.researchgate.net/publication/362264826_Cost-Effectiveness_Oriented_Intelligent_Maintenance_Scheduling_Optimization_for_Traction_Power_Supply_System_of_High-Speed_RailwayResearchGate

УДК 629.361:628.4

СПЕЦИФІКА ПЕРЕМІЩЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ ТА ТПВ

MOVEMENT SPECIFICS OF HAZARDOUS WASTE AND MSW

Р.Б. Олексієнко

Вінницький національний технічний університет (м. Вінниця)

R.B. Oleksienko

Vinnitsia National Technical University (Vinnitsia)

Транспортна інфраструктура є основою забезпечення існування міст в економічному, соціальному, виробничому та інших аспектах [1]. У містах транспортна система формується, як взаємопов'язана сукупність таких елементів, як транспортна інфраструктура та транспортні засоби (включають громадський транспорт, приватні автомобілі та спеціалізована техніка різних видів тощо). На стан транспортної системи, а також, безпосередньо підприємств, суттєвою складовою діяльності яких є перевезення, впливає низка чинників, зокрема стан дорожньої інфраструктури. Покращення стану транспортної інфраструктури міста є однією із заповорок його розвитку. Не менш важливою також є проблема безпеки дорожнього руху. Проте, не слід забувати і за ряд інших питань та проблем, які мають вагоме значення на розвиток інфраструктури міст. В роботі мова буде йти за тверді побутові відходи [2, 3], їхнє транспортування [4, 5].