

Міністерство освіти і науки України

**Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут
«Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»**

ТЕЗИ

**14-ї Міжнародної науково-практичної конференції
«ПЕРСПЕКТИВИ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЦЬ ТА ПРОМИСЛОВИХ
ПІДПРИЄМСТВ»
(15-16.05.2025)**

ABSTRACTS

**14-th of the International Conference
«PROSPECTS OF COOPERATION BETWEEN RAILWAYS AND
INDUSTRIAL ENTERPRISES»
(15-16.05.2025)**

м. Дніпро

Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств: Тези 14-ї Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 15-16 травня 2025 р.) – Дніпро.: УДУНТ, 2025. – 77 с.

У збірнику наведені тези доповідей 14-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств», яка відбулась 15-16 травня 2025 р. у м. Дніпро.

Збірник призначений для науково-технічних працівників залізниць, підприємств транспорту, викладачів закладів вищої освіти, докторантів, аспірантів та студентів.

Тези доповідей друкуються мовою оригіналу у редакції авторів.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

к.т.н., доц. Березовий М. І.

к.т.н., доц. Малашкін В. В.

к.т.н., доц. Болвановська Т. В.

Адреса редакційної колегії:

49010, Україна, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, Український державний університет науки і технологій Навчально-науковий інститут «Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ І КОНВЕЄРНОМУ ТРАНСПОРТІ

Афанасов А. М., Васильєв В. Є.

Український державний університет науки і технологій, Україна

An analysis of the structure of energy consumption at quarries shows that the most energy-intensive process is the transportation of rock mass. The increase in energy intensity with the simultaneous intensive growth of energy prices makes it necessary to optimize the operation areas of various types of transport along the depth of the quarries and reduce energy consumption for the transportation of rock mass, which will allow making scientifically sound decisions at the design stage that ensure the efficient operation of transport systems in deep quarries.

Основним напрямком розв'язку проблеми видачі гірської маси із глибоких кар'єрів є комбіноване використання двох і більш видів транспорту, при якому забезпечується найбільша ефективність кожного виду, що входить у комбінацію, знижується собівартість і трудомісткість транспортування. Широке впровадження комбінованих транспортних схем приводить до зростання ролі і значення, а також до зміни технологічних функцій автомобільного транспорту. У всіх існуючих і перспективних комбінаціях автотранспорт виконує, в основному, роль складальної ланки, що формує вантажопотік гірської маси безпосередньо із зони кар'єру.

Ефективність застосування засобів технологічного кар'єрного транспорту залежить від його параметрів і гірничотехнічних умов експлуатації, які характеризуються обсягами перевезень корисної копалини і розкриву, відстанями перевезень, параметрами навантажувального обладнання, типом і параметрами пунктів розвантаження, якістю дорожнього покриття траси руху, геометрією траси, інтенсивністю руху автосамоскидів, станом ремонтної бази, кліматом району розробки, рівнем організації нормування, планування і ін.

Основний об'єм гірської маси на глибоких кар'єрах чорної металургії добувається по технологічних схемах із застосуванням комбінованого автомобільно-залізничного транспорту. Питома енергоємність технологічних схем з автомобільно-залізничним транспортом становить (на прикладі Південного гірничозбагачувального комбінату, м. Кривий Ріг) 1,47-1,89 кг у.п./т (42,8-55,5 МДж/т). При цьому енерговитрати на перевезення гірської маси транспортом займають 47,1-76,8% у загальній енергоємності технологічної схеми, складальним автотранспортом 21,8-27,3%, магістральним залізничним транспортом 42,8-53,3%. Енерговитрати на бурення вибухових шпар складають 1,1-5,9% загальної енергоємності, на екскавацію у забої 7,7-13,6%, на екскаваторне перевантаження 7,8-10,0%, на відвалоутворення 5,4-8,6%. Таким чином видно, що енергоємність відкритого способу видобутку корисних копалин у значній мірі (50-90%) визначається енерговитратами на транспортування гірської маси, що мають тенденцію до збільшення з ростом глибини розробки.

Для зменшення собівартості транспортування, скорочення трудових витрат і економії енергоресурсів при використанні технологічного залізничного транспорту в глибоких кар'єрах є наступні інженерні рішення: збільшення керівних ухилів за-

лізничних колій; спрощення схем колійного розвитку; перспективне вдосконалювання тягових властивостей локомотивів і підвищення надійності його роботи; застосування перспективних спеціалізованих, найбільш пристосованих до роботи в глибоких кар'єрах тягових агрегатів; удосконалювання схемно-режимних рішень.

Скорочення розходу електроенергії на перевезення гірської маси може бути досягнута за рахунок використання конвеєрного транспорту. Установлено, що в умовах глибоких кар'єрів енергетична ефективність конвеєрного транспорту в 1,6-2,1 рази вище, чим електрифікованого залізничного транспорту, та в 1,9-2,6 рази вище, чим автомобільного. Тому при формуванні комбінованих транспортних систем особлива увага повинна приділятися глибокому введенню конвеєрного транспорту і підтримці об'ємів складальних автоперевезень на мінімальному, технологічно необхідному рівні.

Зі збільшенням глибини кар'єрів можливості конвеєрного транспорту значно розширені за рахунок зміни кута підйому до 18-20° (при використанні спеціальних конвеєрів - до 45-60°). Глибина кар'єрів, на яких експлуатуються конвеєрні лінії, становить у цей час від 160 до 426 м. Гранична проектна глибина цих кар'єрів від 430 до 770 м. Продуктивність конвеєрних установок з ростом глибини кар'єрів знижується незначно (не більше ніж на 3-5%). Конвеєрний транспорт найбільш ефективний при вантажообігу 20-30 млн.т/рік і більше. Раціональна відстань транспортування в глибоких кар'єрах може досягати 2,5-3,0 км.

Шляхи зниження розходу електричної енергії на конвеєрному транспорті: збільшення робочих кутів нахилу конвеєрних комплексів (скорочення довжини транспортування конвеєрних ліній); автоматизація конвеєрних ліній; удосконалювання конструкцій конвеєрів; створення допоміжних засобів і пристроїв забезпечення нормативної роботи установок, а саме:

- вибір оптимального приводу для конвеєрних установок з різними параметрами;
- розробка засобів і способів очищення барабанів і стрічок від налипаючого або намерзаючого матеріалу;
- удосконалювання конструкцій, навантажувальних і перевантажувальних пунктів, особливо при роботі на високих швидкостях руху.

У зв'язку зі зростанням глибини розробок особливе значення набуває створення і використання конвеєрних установок, здатних працювати на більших кутах нахилу конвеєрного ставу. Спеціалізований конвеєрний транспорт повинен мати, насамперед, резерви збільшення подоланого підйому з мінімальними метало- і матеріалоємністю, оптимально обрану форму жолоба, підвищену міцність стрічки, потужні багаторежимні приводні станції і ефективну організацію робочого процесу. Конкретно відносно стрічок є підстава припустити, що стрічкам на синтетичній основі буде віддана перевага (перед резинотросовими).

Конвеєрний транспорт - безупинно автоматично діюча система. Однак автоматичне керування і регулювання окремих конвеєрів і їх комплексів разом з технічним і навантажувальним устаткуванням мають першорядне значення для подальшого підвищення енергетичної ефективності конвеєрного транспорту і усього гірського підприємства. Автоматизація дає можливість регулювання найважливіших характеристик, технічних показників, таких як натяг стрічки в періоди пуску і

усталеного руху, розподіл тягової сили між двигунами і приводами в багатоприводних конвеєрах, швидкість руху стрічки та ін.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Баркалова Н. О., Компанієць Р. М.

Український державний університет науки і технологій, Україна

Analysis of problems in the functioning of industrial railway transport and provision of recommendations for eliminating problems, which will contribute to the efficiency, safety and increased reliability of the entire transport infrastructure of Ukraine.

На залізничних під'їзних коліях (ППЗТ) виконують для обслуговування клієнтури перевезу, вантажно-розвантажувальну та інші роботи. ППЗТ мають у своєму складі залізничні під'їзні колії, значний парк рухомого складу (локомотиви, вагони, у тому числі спеціалізовані), колійні машини, складні механізми та обладнання, що забезпечують механізацію та автоматизацію навантаження та вивантаження вантажів. Для налагодження швидкого та якісного навантаження та вивантаження вантажів на промислових коліях встановлені вагоноперекидачі, сливо-наливні естакади, тепляки розморожувачі змерзлих вантажів, буро- та вібророзпушувальні машини та інші пристрої.

Для постійного технічного обслуговування та ремонту рухомого складу та обладнання ППЗТ мають у своєму розпорядженні власні ремонтні потужності та кваліфіковані кадри.

Інфраструктура та технічне оснащення промислового залізничного транспорту забезпечують:

- перевезення вантажів до споживачів;
- подачу вагонів від станцій примикання до зон вантажно-розвантажувальних робіт і їх повернення;
- виконання складських операцій;
- транспортування вантажів;
- експедиційні послуги;
- формування та розформування составів;
- маневрові операції;
- надання клієнтам послуг відповідно до укладених договорів.

На основі підприємств і організацій промислового залізничного транспорту, а також за їхньої участі, формуються та вже діють операторські компанії. Ці компанії, уклавши договори з перевізниками, ефективно сприяють організації та здійсненню процесу перевезень.

На сьогодні, згідно з діючим законодавством, міжгалузевий промисловий залізничний транспорт класифікується як залізничний транспорт незагального користування. Для його повноцінної участі в процесі перевезень необхідно вдосконалити

нормативно-правову базу, щоб забезпечити рівні умови функціонування та взаємодії всіх учасників.

Досвід свідчить, що у співпраці з залізничними підприємствами виникає низка складнощів, пов'язаних із підготовкою та підписанням договорів, визначенням технологічних строків обороту вагонів, наданням періодів безкоштовного користування вагонами, а також нарахуванням платежів і штрафів за їх експлуатацію. Крім того, проблемним є вихід власного рухомого складу на колії загального користування. З боку АТ «Укрзалізниця» спостерігаються спроби проведення перевірок під'їзних колій незагального користування, їх закриття без обґрунтованих причин, рух по цих коліях без узгодження з власником, а також обмеження доступу локомотивів приватних підприємств до мережі загального користування.

Організації міжгалузевого промислового залізничного транспорту співпрацюють із магістральним транспортом загального користування, виконуючи початково-кінцеві етапи перевезення вантажів у рамках єдиного технологічного процесу. На відміну від транспортних підрозділів галузевих компаній, підприємства промислового залізничного транспорту (ППЗТ) не надають послуги для власних потреб, окрім випадків, коли вантаж адресовано безпосередньо їм. Клієнтами ППЗТ є підприємства різних секторів економіки. На залізничних під'їзних коліях, що належать організаціям транспорту незагального користування, здійснюються ключові операції перевізного процесу, аналогічні тим, що проводяться на під'їзних коліях регіональних філій АТ «Укрзалізниця». По суті, ППЗТ, як власники залізничної інфраструктури незагального користування, є операторами суміжної інфраструктури, що відіграють важливу роль у процесі перевезень.

Класифікація міжгалузевого промислового залізничного транспорту як транспорту незагального користування спричиняє значні негативні наслідки. Нерівність у підходах до оподаткування майна та земельних ділянок, а також умови використання земель для такого транспорту призвели до суттєвого зростання тарифів на послуги та роботи промислових під'їзних шляхів. У результаті це збільшує фінансове навантаження на власників вантажів, що підвищує загальну вартість залізничних перевезень і знижує їхню конкурентоспроможність порівняно з іншими видами транспорту.

Усунення цих проблем сприятиме ефективному, безпечному функціонуванню промислового залізничного транспорту та підвищенню надійності всієї транспортної інфраструктури України.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СТАНЦІЙ З ВАНТАЖНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ

Баркалова Н. О.¹, Сергієнко М. І.¹, Расулов М. Х.²

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна

2 – Ташкентський державний університет транспорту, Ташкент, Узбекистан

In modern conditions, to increase the efficiency of stations with cargo operations, there is a need to refine known methods and develop new directions for improving the

technology of work using modern theories and mathematical apparatus, which will minimize the costs of performing work with the rational use of technical equipment.

Відповідно до Державної програми реформування залізничного транспорту України одним із основних напрямків підвищення ефективності роботи і забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту є удосконалення існуючих та створення нових технологій роботи станцій при раціональному використанні технічних засобів. Це потребує нових підходів та науково обґрунтованих рекомендацій щодо вибору оптимального технічного оснащення станцій з метою можливого скорочення експлуатаційних витрат.

За інформацією Укрзалізниці, на залізничній мережі функціонує 1218 станцій, з яких 28 є сортувальними, 68 – дільничними, 213 – вантажними, а решта 909 – проміжними. Із загальної кількості станцій вантажні операції здійснюють 984, що становить 80,7 %. Вантажні роботи виконуються на сортувальних, дільничних, вантажних станціях, а також на приблизно 70 % проміжних станцій. Вантажні станції забезпечують близько 60 % загального обсягу навантаження та вивантаження, проміжні – 15 – 20 %, а сортувальні та дільничні – майже 25 %. У середньому на одній проміжній станції за добу обробляється 3 - 4 вагони.

Вантажний вагон перебуває в русі менш ніж 20 % часу свого повного циклу обігу, тоді як решта часу витрачається на технічні та вантажні операції, а також на міжопераційні простой. Наразі середній обіг вагона становить 9,46 доби. На станціях навантаження та вивантаження вагон перебуває понад 45 % від загального часу обігу. За даними Укрзалізниці, простій, пов'язаний з однією вантажною операцією, у середньому становить 46,4 години. Значна частка простоїв - майже 40 % часу перебування вагонів на станціях навантаження-вивантаження - зумовлена невідповідностями в технічних, технологічних та інформаційних процесах. Такі затримки знижують ефективність роботи станцій і призводять до додаткових витрат, що є неприйнятним в умовах ринкової економіки.

Нераціональні технологічні підходи не повною мірою враховують взаємозв'язок між усіма підсистемами станції, а також динамічну та ймовірнісну природу її функціонування. Існуючі методики та моделі, спрямовані на визначення оптимального технічного забезпечення станцій і ефективного розподілу наявних ресурсів, не завжди відповідають вимогам оперативності й точності обчислень. У сучасних умовах для підвищення ефективності роботи станцій, що виконують вантажні операції, виникає потреба в удосконаленні існуючих методів і розробці нових підходів до оптимізації технологічних процесів. Застосування сучасних теоретичних засад і математичних інструментів дозволить мінімізувати витрати на виконання робіт, забезпечуючи при цьому раціональне використання технічного обладнання.

Станція є відкритою системою, на яку впливають внутрішні (стан об'єктів інфраструктури, організація технологічного процесу) та зовнішні (робота інших станцій, стан міжстанційних перегонів, чутливість графіка руху поїздів до малих затримок тощо) чинники. Частина з них має випадковий характер, інші можуть бути регулярними.

Реалізація цієї функції визначається станом інфраструктури станції та організацією технологічного процесу її роботи, яка прямо чи опосередковано залежить від цього стану.

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИН ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ ТА ЄС

Березовий М. І.¹, Болжеларський Я. В.², Голембіовски П.³

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна

2 – Національний університет «Львівська політехніка», Україна

3 – Варшавська політехніка, Республіка Польща

The results of comparing the Ukrainian versions of the European standards for root cause analysis and risk management in the investigation of railway accidents with the provisions of Ukrainian regulatory documents are considered. The necessity of using these standards in the study of various types of causes that led to a railway accident is substantiated.

Інтеграція залізниць України у європейську транспортну систему вимагає імплементації базових нормативних документів, що регулюють діяльність залізничного транспорту у ЄС, зокрема Директиви (ЄС) 2016/798 «Про залізничну безпеку». Дана Директива зокрема визначає загальні принципи розслідування залізнично-транспортних пригод (ЗТП). Основною метою проведення розслідування ЗТП є зниження ймовірності подібних випадків у майбутньому шляхом оцінювання ризиків.

Україна стала першою поміж держав колишнього СРСР, у якій сформувалась залізнично-транспортна експертиза як окремий вид судових експертиз.

У теперішній час в Україні передбачено проведення наступних типів досліджень ЗТП, метою яких є встановлення причин їх настання:

- службове розслідування підприємством залізничного транспорту;
- технічне розслідування Державною службою України з безпеки на транспорті (Укртрансбезпекою);
- експертне дослідження атестованими судовими експертами або особами, які прирівняні до них відповідно до Закону України «Про судову експертизу»;
- судова залізнично-транспортна експертиза, що проводиться у експертних установах Міністерства юстиції України чи атестованими судовими експертами, які не є працівниками цих установ.

Українськими версіями європейських стандартів та положень Директиви (ЄС) 2016/798 стали державні стандарти ДСТУ EN 62740:2022 «Аналіз першопричини» та ДСТУ EN ІЕС 31010:2022. «Керування ризиками – методи оцінки ризиків», які набули чинності наприкінці 2023 року.

У той же час підготовка та призначення судових експертиз та експертних досліджень в Україні регулюється науково-методичними рекомендаціями з цих питань, що затверджені наказом Міністерства юстиції України.

Наведена в згаданих вище державних стандартах інформація щодо збору да-

них при проведенні експертиз ЗТП у більшості збігається з рекомендаціями наказу Міністерства юстиції України, за винятком збору інформації щодо структури організації, навчання персоналу, рівня його кваліфікації та історичних даних щодо аналогічних подій. Вказана інформація у процесі судової залізнично-транспортної експертизи не аналізується, однак очевидним є необхідність її аналізу у процесі службово-го та технічного розслідування.

Зокрема стандарт «Аналіз першопричини» детально розглядає наступні аспекти процесу аналізу: опис події, основні завдання, типові причинні фактори (технічні аспекти, людський фактор, фізичні та психо-соціальні умови), методи аналізу. Стандартом надаються рекомендації щодо формування команди для аналізу та визначення ролей кожного з членів команди, розробки плану аналізу, організації проведення аналізу, валідації його результатів і представлення висновків. Окремий розділ стандарту присвячений вибору методик аналізу причин.

В результаті проведеного порівняння методів встановлення причин залізнично-транспортних пригод, які застосовуються на залізницях України та методів, передбачених ДСТУ EN 62740:2022 для встановлення причин аварій та інцидентів на залізницях Європи підтверджено та обґрунтованої необхідність використання методів аналізу першопричин саме відповідно до ДСТУ EN 62740:2022 при службових та технічних розслідуваннях ЗТП, а також в судово-експертній практиці залізнично-транспортної експертизи для забезпечення відповідності процесу досліджень вимогам європейських нормативних документів, які прийняті в Україні у якості державних стандартів. Запропоновані у ДСТУ EN 62740:2022 методи дозволяють глибоко та ґрунтовно дослідити різні типи причин, які призвели до ЗТП і обґрунтувати заходи з їх профілактики, що сприятиме підвищенню безпеки руху.

АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК

Березовий М. І.¹, Малашкін В. В.¹, Чирков О. Л.²

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна

2 – Філія «Проектно-вишукувальний інститут залізничного транспорту»
АТ «Українська залізниця»

The main reasons that cause reconstruction measures on sorting hills are determined and modern directions of improving the design of track development of hill necks of sorting parks are substantiated

Перші сортувальні гірки на залізничних станціях України побудовані у 1930-х роках, тобто майже сторіччя тому. Заходи з реконструкції та удосконалення існуючих сортувальних гірок, що активно проводились у 1950-1960-ті роки, були пов'язані зі зростанням промислового виробництва та збільшенням обсягів перевезень. У цей час здійснювалась адаптація схем колійного розвитку гіркових горловин сортувальних парків до особливостей експлуатаційної роботи сортувальних станцій та проведених реконструктивних заходів. Це в свою чергу призвело до розвитку сортувальних станцій та їх гірок під дією впливу нових зовнішніх факторів

без попередньо розробленого генерального плану та схеми колійного розвитку.

В середині ХХ-го сторіччя було побудовано ще кілька сортувальних гірок на станціях України, а у подальшому відбувалося лише удосконалення схем вже існуючих на той час сортувальних станцій та модернізація технічного оснащення сортувальних гірок – колійного розвитку, засобів регулювання швидкості скочування відчепів, впровадження систем автоматизації сортувального процесу тощо. З часом на гірках виникла потреба заміни стрілочних переводів та рейок на більш важкі типи, усе це призвело до появи відхилень у параметрах плану та профілю гірок, що виходили за межі встановлених допусків. Тому питання стосовно приведення у відповідність плану та профілю сортувальних гірок проектним значенням чи вимогам нормативних документів виникають усе частіше.

У зв'язку з цим одним з напрямків удосконалення конструкції колійного розвитку сортувальних гірок разом з реконструктивними роботами є розробка та впровадження заходів зі скорочення довжини гіркових горловин, що дозволить зменшити висоту гірок і скоротити енергозатрати на регулювання швидкості скочування відчепів в процесі розпуску составів.

Теорія проектування горловин сортувальних гірок базується на значній кількості обмежень, пов'язаних з нормативними вимогами, основними серед яких є:

- довжини стрілочних переводів, передстрілочних ізольованих ділянок та схеми взаємного розташування стрілочних переводів;
- схеми взаємного розташування стрілочних переводів та уповільнювачів;
- довжини прямих ділянок для укладання уповільнювачів на спускній частині; відстані між уповільнювачами та суміжними кривими;
- габаритні обмеження, що виражаються у мінімальних міжколійних відстанях на початку шин уповільнювачів при укладанні пучкових позицій.

На даний час можна констатувати утворення певних стереотипів з питань конструкції колійного розвитку та взаємного розташування їх елементів та технічних засобів забезпечення розпуску составів. Не розглянутим залишається питання конструкції примикань обхідних колій гіркових горловин. Цей напрямок досліджень з нашої точки зору є перспективним у царині пошуку шляхів скорочення довжини гіркових горловин сортувальних парків.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИМИКАНЬ ОБХІДНИХ КОЛІЙ В СОРТУВАЛЬНИХ ПАРКАХ

Березовий М. І., Малашкін В. В., Болвановська Т. В.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The analyses the designs of the schemes for adjoining bypass tracks to sorting tracks. The conditions of application of various designs of adjoining schemes, their main parameters and the scope of practical application of the obtained results are determined.

Стрілочні горловини сортувальних гірок мають специфічну конструкцію колійного розвитку, технічні вимоги до якої передбачені галузевими будівельними нормами «Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проекту-

вання». Для забезпечення високих динамічних властивостей сортувального процесу гіркову горловину в межах від першої розділової стрілки до граничних стовпчиків на сортувальних коліях необхідно проектувати мінімальної довжини. Це досягається застосуванням мінімальних нормативів до взаємного розміщення елементів: стрілочних переводів, уповільнювачів, пристроїв СЦБ та іншого обладнання.

Зокрема це стосується умов взаємного розташування стрілочних переводів у місці примикання з'єднувальної колії до зовнішнього пучка чи його крайніх колій в обхід гірки.

В ході досліджень для пошуку шляхів скорочення довжини гіркових горловин було проаналізовано основні принципові схеми примикання обхідних колій до крайніх пучків сортувальних гірок. Один із напрямків досліджень базувався на зменшенні міжколійної відстані між обхідною та суміжною колією, що можливо з технологічної точки зору через відсутність необхідності паралельних пересувань цими коліями. Мінімальні міжколійні відстані між ними були отримані шляхом аналізу конструкції примикань.

Було також встановлено, що примикання обхідної колії з пучка з використанням перехресного з'їзду навіть з міжколійною відстанню 5,30 м забезпечує коротшу стрілочну зону у порівнянні з примиканням пошерстним стрілочним переводом.

В залежності від кількості колій у крайньому пучку та умов вписування захрестовинних кривих за останніми стрілочними переводами виникає потреба вписування додаткових кривих, тому було розглянуто можливі конструкції колійного розвитку з'єднань та встановлено основні їх параметри за розглянутими схемами залежно від кута кривої і обмеження міжколійної відстані.

Таким чином, були отримані наступні результати.

Скорочення довжини гіркової горловини досягається шляхом встановлення мінімально можливої міжколійної відстані 4,46 м між обхідною та спускною з частини колій пучка коліями.

Порівняння схем примикання обхідної колії з пучка колій показало, що менша довжина горловини досягається при укладанні перехресного з'їзду для примикання обхідної колії з пучка колій.

Отримані залежності між значенням кута повороту кривої ділянки колії між стрілочними переводами криволінійного з'їзду примикання обхідної колії та міжколійною відстанню між обхідною та спускною коліями. Встановлене значення мінімального кута повороту вказаної кривої, при якому між стрілочними переводами вказаного з'їзду виникає потреба у вкіданні прямої вставки для забезпечення мінімальної міжколійної відстані на рівні 4,46 м.

Обґрунтована можливість технічного рішення встановлення міжколійної відстані 3,776 м між обхідною та спускною коліями без можливості паралельного руху цими коліями.

Отримані результати можуть бути використані при оптимізації плану колій після останніх стрілочних переводів пучків з метою мінімізації відстані від цих переводів до початку паркової гальмової позиції та забезпечення максимальної корисної довжини сортувальних колій.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ МИТНИХ ПРОЦЕДУР В ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСАХ

Бех П. В.¹, Carlos Moyses Carranza Medina², Лашков О. В.¹

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна

2 – vice president of operations GigNet is the Mexican Caribbean brand of GigNet, Inc.,
Mexico

In this regard, the analysis of the strategy of development of the Customs Service of Ukraine, its participation in transport processes using information technologies was analyzed.

Українські митниці активно вводять автоматизовані системи, які допомагають прискорити процес обробки програм та обробки товарів. Раніше процес митного дозволу включав багато кроків, включаючи подання паперових документів, фізичні перевірки товарів та виконані обов'язки вручну. Однак в останні роки інноваційні технології були замінені традиційними методами, такими як електронні декларації, системи автоматичного аналізу даних та алгоритми машинного навчання.

Національний стратегічний план цифрового розвитку, цифрової трансформації та цифровізації Держмитслужби передбачає:

- запровадження принципів кіберзахисту;
- впровадження безпаперових процедур;
- побудову надійних та сучасних ІТ-систем митниці.

Успішна реалізація визначених трансформацій забезпечить ІТ-систему української митниці необхідними інструментами для боротьби з корупцією та шахрайством.

Національний план цифровізації української митниці базується на Багаторічному стратегічному плані електронної митниці ЄС (Multi-annual strategic plan for electronic customs, MASP-C).

Основою ІТ-стратегії Держмитслужби, зокрема, визначено:

- сервісно-орієнтовну архітектуру;
- централізоване впровадження ЄАІС;
- гармонізований інтерфейс із ЄС і Єдине вікно для міжнародної торгівлі.

Окрему увагу в документі приділено запровадженню принципів кіберзахисту. Передусім йдеться про забезпечення:

- запису та відстеження історії запитів на внесення змін до даних;
- захисту від несанкціонованого доступу до інформації;
- неможливості зміни або втрати журналів роботи з даними;
- неможливості зміни інформації та документів, наданих користувачами з використанням кваліфікованого електронного підпису.

Серед пріоритетів ЄС нині є впровадження безпаперових процедур. У митній справі для цього реалізується Ініціатива електронної митниці (Electronic customs initiative). Для впровадження Е-Митниці розроблено Multi-annual strategic plan for electronic customs (MASP-C) – плановий документ, що охоплює всі митні проекти, пов'язані з ІТ.

МІНІМІЗАЦІЯ ЗБОЇВ В РОБОТІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Бех П. В., Лашков О. В.

Український державний університет науки і технологій

In conditions where it is impossible to completely eliminate the causes of transport disruptions, it is advisable to minimize the impact of deviations from the established standards in the actual duration of transportation operations. To this end, it is necessary to review the methods for calculating standard time.

Причини появи відхилень (збоїв) в роботі залізничного транспорту можна розділити на технологічні і технічні.

Технологічні причини пов'язані з відмінностями технології роботи залізничного транспорту, на яку орієнтований розрахунок нормативного часу виконання операцій, від реально існуючих на практиці технології організації руху поїздів. Технологічні відхилення мінімізуються при реалізації руху всіх категорій поїздів по твердих нитках графіка.

Технічні причини невиконання операцій технологічного ланцюга за встановлений проміжок часу пов'язані з низьким рівнем надійності технічних засобів залізничного напрямку. В першу чергу, сюди слідує віднести незадовільний стан залізничної колії, несправності рухомого складу, пристроїв СЦБ, зв'язку і електропостачання. Для заходів, що є необхідними для усунення причин «технічних відхилень», характерна потреба в значних капітальних витратах.

В умовах, коли повне усунення причин збоїв в роботі транспорту неможливо, доцільно мінімізувати вплив відхилень до фактичної тривалості виконання операцій процесу перевезень від встановлених нормативів. Задля цього необхідно переглянути методики розрахунку нормативного часу. До мінімально необхідного часу на виконання кожного елемента перевізної роботи, розрахованому для ідеальних умов роботи (за відсутності технологічних і технічних збоїв), необхідно додати раціональний резервний час.

При існуючій системі організації руху вантажних поїздів «по готовності» необхідності в резервуванні елементів технологічного процесу роботи транспорту немає. Для практичної реалізації руху вантажних поїздів по твердих нитках графіка додатковий резервний час стає необхідним.

Одним з основних елементів графіка руху поїздів є перегінний час ходу. Розглянемо, яким чином величина коефіцієнта резервного часу ходу по перегонах ділянки впливає на економічні показники поїзної роботи залізничного напрямку.

При чималих величинах резервних часів, виключаються відхилення, пов'язані з більшістю незначних збоїв в роботі залізниць. Жорстко розпланований процес перевезень буде практично у всіх випадках виконуватися на 100 %. Проте при збільшенні резервних часів зростатиме доля і величина необґрунтованих затримок рухомого складу і штучної зайнятості елементів інфраструктури залізничного транспорту. Вочевидь, що великі резерви істотно знизять нормативну дільничну швидкість і пропускну спроможність напрямків.

Використовуючи невеликі резерви, можливо отримати менші між операційні простоти і краще завантаження наявних технічних засобів. В той же час, при менших

резервах з'являться збої, що порушують жорсткий ланцюжок взаємозв'язаних операцій технологічного процесу роботи залізниць.

ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА РУХ ПОЇЗДІВ З ВАНТАЖАМИ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ В ІСНУЮЧИХ УМОВАХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Бех П. В., Лашков О. В.

Український державний університет науки і технологій

The main reasons for fluctuations in the actual value of the section speed of freight trains are their departure to the section not according to the schedule and failure to meet the regulatory running times.

Фактичний час доставки вантажів на залізничних напрямках між підприємствами гірничо-металургійного комплексу і портами та у напрямках до прикордонних сухопутних переходів істотно відрізняється від технологічного часу доставки (часу розрахованого відповідно до нормативної організації (порядок напрямку вагонопотоків, план формування і графік руху поїздів)).

На це впливають наступні фактори:

- непарність обсягів перевезення на напрямках;
- наявність поїзних локомотивів у основному та оборотному депо;
- різні швидкості руху вантажних та пасажирських поїздів;
- запізнення пасажирських поїздів і завдяки цьому збільшення коефіцієнту з'йому вантажних поїздів пасажирськими;
- коливання обсягів перевезень по місяцях, декадах та добах.

Через коливання терміну доставки вантажів фактичне завантаження елементів транспортної мережі напрямків коливається до 50 % і більше по відношенню до математичного очікування.

Основними причинами коливань фактичного значення дільничної швидкості руху вантажних поїздів є відправлення їх на ділянку не за графіком та невиконання нормативних перегінних часів ходу. На більшості перегонів математичне очікування часу ходу поїздів та відхилення випадкової величини від нормативного значення в середньому складає 2,72 хвилини, середнє квадратичне відхилення – 3,17 хвилини.

Таким чином, для всіх напрямків перевезень між підприємствами гірничо-металургійного комплексу і портами та у напрямках до прикордонних сухопутних переходів математичне очікування часу ходу поїздів та відхилення випадкової величини від нормативного значення в середньому складає 66 хвилини, середнє квадратичне відхилення – 118 хвилини.

Зменшення та збільшення деяких обсягів перевезень змінюється лише у тих випадках, коли власники підприємств змінюють постачальників сировини, що є нормальною умовою під час ринкової економіки.

Повністю виключити відхилення фактичної тривалості виконання технологічних операцій процесу перевезень від встановлених нормативів практично немож-

ливо. Має сенс говорити лише про максимальне зниження їх вірогідності і величини.

Принципово можливі два методи рішення цієї задачі:

- усунення причин, через які виконання операції технологічного ланцюжка за встановлений проміжок часу стає неможливим;
- вдосконалення методики визначення нормативного часу.

ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТРАНСПОРТУ: ПЕРЕВАГИ, ВИКЛИКИ ТА ПОТЕНЦІЙНІСТЬ ІННОВАЦІЙ

Більцан К. М.

Український державний університет науки і технологій

Українська транспортна система перебуває в складному стані через війну, що триває в країні. Вантажний автотранспорт, згідно з даними Державної служби статистики України, займає друге місце за обсягами перевезень вантажів, проте в контексті конфлікту його функціонування та розвиток значно ускладнені. Незважаючи на це, важливо враховувати, що, навіть у військових умовах, вантажний автотранспорт лишається важливою ланкою у транспортній системі країни. Для майбутнього розвитку екологічно чистих транспортних технологій, як електричний транспорт, інноваційні рішення можуть стати ключовими, коли ситуація в країні дозволить відновити мир та стабільність.

Згідно з даними Державної служби статистики України станом на 2021 р., автомобільний транспорт є одним з основних гравців, посідаючи друге місце за обсягами перевезень вантажів у країні. Вантажний автомобільний транспорт забезпечує 36 % обсягу перевезень вантажів, що свідчить про його значну роль у транспортній системі. Вантажовласники віддають перевагу автотранспорту для перевезень через декілька причин. По-перше, автомобільні перевезення не обмежені фіксованими шляхами, як залізничний транспорт, що дозволяє доставляти вантажі безпосередньо до кінцевого пункту. По-друге, автотранспорт має високу маневровість, що дозволяє легше організувати маршрути та доставлення вантажів. По-третє, на ринку існує різноманіття типів вантажних автомобілів, що спрощує вибір оптимального транспортного засобу для конкретного завдання та зменшує кількість логістичних операцій. У результаті вантажні автомобілі здатні перевозити практично будь-який вид вантажів навіть на значні відстані, автоперевізники успішно конкурують із залізницями, коли є важливою швидкість доставки та невеликі обсяги вантажу.

У світі наразі спостерігається тренд до електрифікації приватного автотранспорту, що обумовлено загостренням екологічних проблем, зокрема забруднення повітря та зміни клімату. Електричні автомобілі вважаються більш екологічно чистими порівняно з традиційними автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння, оскільки не виділяють в атмосферу викидів шкідливих газів. Крім того, розвиток технологій дозволив збільшити запас ходу електромобілів і полегшити їхнє використання, експлуатація електроавтівок зменшує шумове забруднення населених

пунктів та відкриває додаткову сферу для використання альтернативних та відновлювальних джерел електроенергії, що сприяє зниженню залежності від нафтопродуктів та зменшенню викидів парникових газів.

Електрифікація вантажного автотранспорту становить наступний еволюційний етап у розвитку галузі, що орієнтується на досягнення цілей сталого розвитку та зниження екологічного навантаження. Реалізація цього переходу вимагає комплексного наукового обґрунтування та техніко-економічного аналізу з метою визначення ефективних механізмів інтеграції електричних технологій у сферу вантажних перевезень і відповідної інфраструктури. Одним із ключових викликів залишається забезпечення автономності транспортних засобів на великих відстанях. Сучасний рівень розвитку акумуляторних систем поки що не забезпечує належної енергетичної ємності для здійснення тривалих перевезень без підзарядки, що зумовлює потребу в дослідженні можливостей електрифікації міжміських автомобільних магістралей як одного з перспективних напрямів вирішення цієї проблеми.

У сучасних умовах інтеграція інноваційних технологій, зокрема розвиток електричного транспорту, розглядається як ключовий чинник у процесі екологізації транспортного сектору. Такий підхід сприяє зниженню техногенного навантаження на довкілля, підвищенню рівня енергетичної незалежності держави та стимулює впровадження високотехнологічних рішень у сфері логістики та перевезень. Попри існуючі бар'єри – як технічного, так і інфраструктурного характеру – довгострокові перспективи впровадження електротранспорту видаються економічно обґрунтованими та стратегічно доцільними. Україна, володіючи значним потенціалом у сфері відновлюваної енергетики, має змогу долучитися до глобального процесу переходу до сталих транспортних систем, що відкриває нові можливості для формування екологічно збалансованого майбутнього в межах національної та міжнародної кліматичної політики.

АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В 2024 РОЦІ

Болвановська Т. В.¹, Киричок Р. В.¹, Стефанюк І. О.¹, Коштур В. С.¹, Філоненко Г.²

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна,

2 – Onyx Ab, Латвія

Analyzed the results of railway transport and transportation indexes in 2024

Минулий 2024 рік за своїми результатами можна вважати позитивним роком для залізничного транспорту України. Загальний обсяг перевезення виріс на 18 % в порівнянні з 2023 роком і склав 174,93 млн т вантажів (слід зазначити, що планове значення показника було 152 млн т), що дозволило отримати понад 20 млрд грн прибутку. Переважно це експортні (48 % від загального обсягу) та транзитні перевезення (46 % від загального обсягу). Негативним підсумком стало збільшення долі вантажів, перевезення яких перейшло на автомобільний транспорт.

Серед номенклатури вантажів, що перевозилися залізничним транспортом, перевага у руди, зерна, мінерально-будівельних вантажів та вугілля. Загальні обся-

ги перевезень (в порівнянні з 2023 роком) руди зросли на 58 %, зерна – на 30 %, але в структурі експортних перевезень доля цих вантажів майже однакова (40 % – зернові вантажі та 39 % – руда). Позитивною є також динаміка перевезень вантажів у контейнерах – зафіксовано зростання на 28 % в порівнянні з позаминулим 2023 роком.

Окрім вагонного парку «Укрзалізниці» існує чималий вагонний парк приватних операторів. І за попередні роки компанії купували вагони, нарощуючи свої потужності.

Приватні компанії, що є потужними вантажовідправниками або надають послуги перевезень та мають власний парк вагонів, відмічають у 2024 році збільшення його кількості. Українські компанії – експортери зерна, зокрема Agro Region, Almeida Group LLC, Ascet Shipping, Astarta-Kyiv, Cygnet Agrocompany, «Ерідон», Louis Dreyfus Company, «МХП», Nidera Agro, UGTC TRADE, «ІМК», в рамках проєкту USAID «Економічна підтримка України» отримали 300 вагонів-зерновозів. Найбільшу кількість – 85 одиниць – отримав найбільший експортер українського зерна та олійних культур Louis Dreyfus Company. Збільшення парку власних зерновозів є доволі довгостроковою перспективою, яка дозволяє вже зараз зменшити витрати на перевезення зерна приблизно на 30 %, а також збільшувати обсяги експорту в меншій залежності від парку вагонів АТ «Укрзалізня».

Позитивні зміни спостерігаються також у секторі перевезень нафтопродуктів: на початок 2025 року група компаній ОККО збільшила власний парк вагонів-цистерн на 100 одиниць і зараз він складає 145 цистерн вантажопідйомністю 68 тонн, але для забезпечення теперішніх обсягів перевезень компанія орендує ще понад 400 вагонів-цистерн.

Для приватних операторів, що планують збільшити власний вагонний парк, з'явилась потенційна можливість – взяти в управління вагони, які були конфісковані в країні-агресора після початку повномасштабного вторгнення. За даними Центру транспортних стратегій Україна націоналізувала 21 500 вантажних вагонів, зокрема, це понад десять тисяч напіввагонів. При цьому Агентство з розшуку та менеджменту активів знайшло управителя лише на 434 одиниці – це Фінансово-промислова компанія «Ресурсгруп». Однак, скористатися цією пропозицією учасники ринку залізничних перевезень не поспішають, оскільки це додатково обтяжене певною юридичною невизначеністю та відсутністю чітких державних гарантій.

Теперішній рік АТ «Укрзалізня» пов'язує зі зменшенням обсягів перевезення на 10 млн т. Сприятимуть цьому декілька факторів, серед яких основними виділяють зниження врожаю зернових культур, зменшення видобутку вугілля та підвищення тарифів на вантажні перевезення. Зарадити впливу останнього основні вантажовідправники пропонують через конструктивний діалог між АТ «Укрзалізня» та представниками бізнесу.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ЛОКАЛЬНОГО АКУСТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЗАГРОЗ У ТРАНСПОРТНО-ПРОМИСЛОВІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ

Босий Д. О., Потапчук І. Ю., Терещенко Д. М., Задвернюк А. П.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The study proposes the use of acoustic technologies for detecting and classifying aerial threats as part of localized early warning systems aimed at enhancing the safety of personnel at critical railway infrastructure operating during air raid alerts

У контексті зростаючої загрози атакам на об'єкти критичної інфраструктури, зокрема залізничну та промислову, що залишаються функціональними навіть під час повітряної тривоги (тягові підстанції, станції, депо, мости, вузлові точки), зростає потреба у створенні ефективних систем локального моніторингу для підвищення безпеки персоналу. Національні системи оповіщення мають обмежену географічну точність, тому актуальним є розвиток автономних технологій попередження про загрози на рівні об'єкта.

У даній роботі розглянуто підхід до локального виявлення повітряних загроз, зокрема ударних безпілотних літальних апаратів та крилатих ракет, на основі аналізу акустичних сигналів. Система базується на фіксації акустичних збурень цифровим мікрофоном, обробці сигналів у реальному часі за допомогою мікроконтролера та передачі результатів через бездротові протоколи зв'язку ZigBee і LoraWan. Вона здатна розпізнавати цілі навіть при низькій інтенсивності шуму завдяки використанню енергоощадного «режиму сну», що автоматично активується за наявності звукових сигналів у заданому частотному діапазоні.

Для підвищення точності ідентифікації використовуються попередньо сформовані акустичні "портрети" цілей, створені шляхом спектрального аналізу даних з відкритих джерел. У середовищі Simulink (MatLAB) розроблено алгоритми фільтрації та класифікації сигналів із застосуванням бібліотек Audio Toolbox і DSP System Toolbox. Це дозволяє виділяти характерні ознаки повільних і швидкісних цілей, що рухаються на низьких висотах, навіть в умовах фонового шуму залізничних та промислових об'єктів.

Інтеграція такої системи в інфраструктуру підприємств і транспортних об'єктів дозволяє не лише своєчасно реагувати на повітряні загрози, а й створює умови для технологічної кооперації між залізницями та промисловими структурами у сфері цифрової безпеки.

Модульний характер запропонованого рішення дозволяє адаптувати систему до різних масштабів об'єктів – від окремого виробничого цеху чи тягової підстанції до цілісного транспортно-промислового комплексу. Подальший розвиток проєкту передбачає розширення бази акустичних зразків, застосування машинного навчання для динамічної ідентифікації нових типів загроз, а також інтеграцію з центральними диспетчерськими системами залізничного транспорту. Запропонований підхід має високий потенціал впровадження в рамках державно-приватного партнерства для зміцнення національної транспортної безпеки.

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ

Вернигора Р. В., Коробйова Р. Г., Загайкевич К. І., Суслов А. В.

Український державний університет науки і технологій

The issue of railway transport competitiveness in the transportation of grain cargo compared to road transport is given in the paper.

Основним видом транспорту, що забезпечує доставку зерна з України на світові ринки є морський. Доставку зерна в морські порти забезпечують залізничний та автомобільний транспорт. Динаміка обсягів перевезення зерна залізничним та автомобільним транспортом наведена на рис. 1. Аналіз рис. 1. показує, що темпи зростання обсягів перевезень автомобільним транспортом перевищують темпи зростання залізничним у 10 разів.

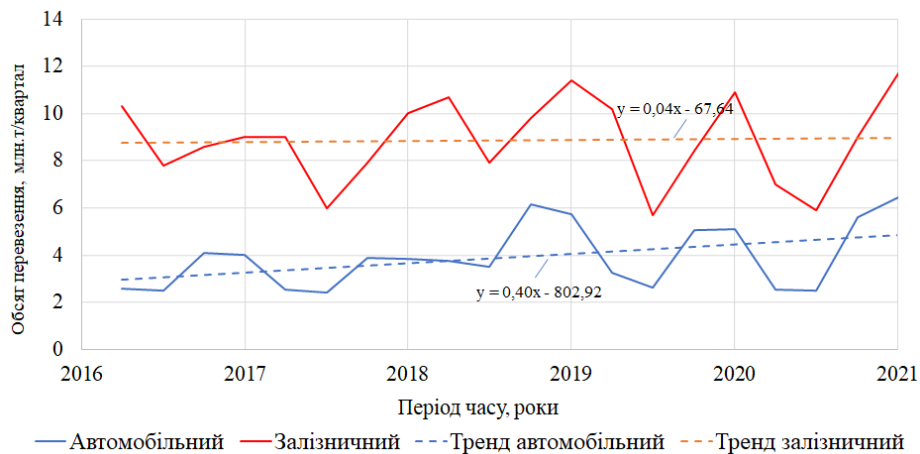


Рисунок 1 – Динаміка обсягів перевезення зерна залізничним та автомобільним транспортом

Однією з ключових проблем, яка стримує конкурентоздатність залізничних перевезень зерна, є застаріла структура залізничного тарифу. Принципи її формування сягають ще 19 століття. Тогочасні умови характеризувалися відсутністю серйозної конкуренції для залізничного транспорту зі сторони інших видів транспорту при виконанні внутрішніх перевезеннях. В той же час існувала гостра боротьба за споживачів зерна на ринках Західної Європи між виробниками з Російської імперії та інших країн. В початковий період роботи залізниць їх тарифи на вантажні перевезення розраховувалися прямо пропорційно відстані і суттєво впливали на логістичні витрати у вартості зерна. Оскільки ціни на зерно для кінцевого споживача та витрати на його морське транспортування були відносно стабільними, то дальність залізничних перевезень зерна до портів не повинна була перевищувати 320 км. Для подолання цього обмеження залізниці впровадили диференціацію тарифів в залежності від відстані перевезень. Ефект від застосування такої тарифної системи полягав у тому, що вантажовідправники які розташовувались ближче до портів сплачували більший тариф у розрахунку на тонно-кілометр, однак через невелику відстань перевезень, загальна величина залізничного тарифу дозволяла

зберігати конкурентоспроможність їх зерна на зовнішніх ринках. Отримані кошти використовувались залізницями для дотування перевезень зерна на відстані понад 320 кілометрів. Вказаний захід дозволив збільшити економічно обґрунтовані відстані перевезення зерна до 540 км. Отриманий досвід диференціації тарифів при перевезенні зернових вантажів був закріплений у тарифних системах залізниць для всіх вантажів. Принцип диференціації тарифів в залежності від відстані перевезень і дотування більш дальніх перевезень за рахунок перевезень на короткі відстані зберігся і до теперішнього часу. Зміна вартості 1 т-км перевезення зернових вантажів в залежності від відстані перевезень наведена на рис. 2 (за 1 прийнята вартість перевезень на 500 км).

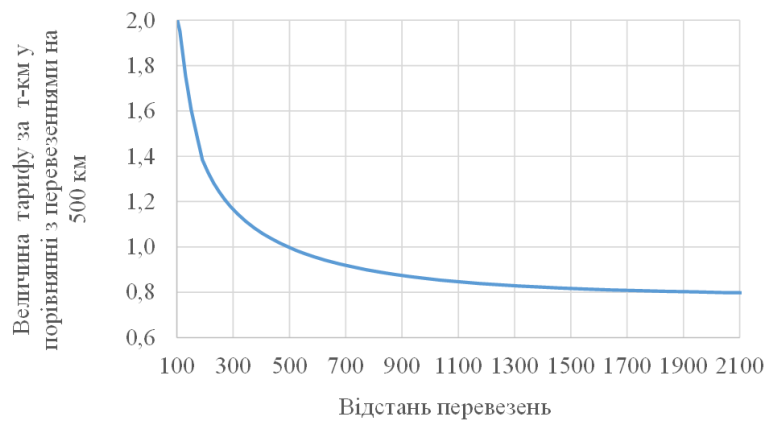


Рисунок 2 – Зміна вартості 1 т-км перевезення зернових вантажів в залежності від відстані

Умови роботи залізничного транспорту у 21 столітті суттєво відрізняються від умов роботи 19 століття. Автомобільний транспорт став потужним конкурентом залізницям у боротьбі за внутрішні перевезення. Через наявність альтернативи вантажовідправники, що розташовані близько до морських портів і повинні сплачувати більші тарифи, переходять на автомобільний транспорт. При цьому залізничному транспорту залишаються лише дотаційні перевезення зерна на дальні відстані без джерел покриття збитковості. Особливу складність ситуації викликає той факт, що у зону конкурентної переваги автомобільного транспорту потрапляють області, де вирощується значна доля зерна – Одеська, Кіровоградська та Миколаївська.

Виконаний аналіз вказує на необхідність зміни принципів побудови залізничних тарифів з урахуванням сучасного стану конкуренції на ринках перевезення вантажів.

ЗАЛІЗНИЦЯ ТА ПРОМИСЛОВІСТЬ УКРАЇНИ НА ШЛЯХУ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ІНТЕГРАЦІЇ

Глушков О. В. Босий Д. О.

Український державний університет науки і технологій, Україна

In the face of geopolitical instability and economic challenges, the modernization of Ukraine's key economic sectors is gaining critical importance. A pivotal area of development is the synergy between the railway system and industrial enterprises, which together can ensure efficient domestic logistics and strengthen Ukraine's position in international markets. The railway sector serves as a crucial transport artery, enabling the continuous movement of raw materials and finished goods, while industry ensures consistent demand for logistics services, driving infrastructure development. Strategic integration of these sectors requires the modernization of planning, financing, and implementation mechanisms. The adoption of digital infrastructure and intelligent logistics systems is becoming essential for improving efficiency and reducing costs. Furthermore, public-private partnerships and regulatory reforms are crucial to fostering investment. Integration into the European transport system, including alignment with TEN-T standards, demands systemic collaboration and international support. Ultimately, the cooperation between railways and industry may become a cornerstone of Ukraine's sustainable and innovation-driven economic revival.

Взаємодія залізничного транспорту та промислових підприємств є наріжним каменем економічного розвитку України, набуваючи особливого стратегічного значення в умовах війни, потреби відбудови та євроінтеграційного курсу. Ефективна співпраця в цій сфері передбачає глибоку модернізацію, впровадження технологій, оптимізацію логістики та сприятливе регулювання.

Українська промисловість, зокрема ГМК, АПК та машинобудування, історично залежить від залізниці для транспортування сировини і продукції. Війна кардинально змінила логістику: блокування портів перенавантажило західні залізничні переходи, висвітливши проблеми обмеженої пропускної здатності та різниці в ширині колії. Залізниця стала критично важливою для функціонування економіки, експорту та гуманітарних потреб, довівши свою незамінність.

Для реалізації потенціалу співпраці, першочерговим завданням є масштабна модернізація інфраструктури та рухомого складу. Це включає закупівлю сучасних локомотивів і спеціалізованих вагонів, капітальний ремонт колій для підвищення швидкості та безпеки, а також поступову інтеграцію до європейської мережі через будівництво Євроколії на ключових напрямках. Розвиток станційної інфраструктури, логістичних терміналів та під'їзних шляхів до підприємств також є нагальним.

Паралельно необхідна всеохопна цифровізація: впровадження інтелектуальних систем управління перевезеннями, GPS-трекінгу, електронного документообігу для підвищення прозорості та ефективності. Технології предикативного обслуговування допоможуть мінімізувати простой, а енергоефективні рішення – знизити витрати та вплив на довкілля. Оптимізація логістики вимагає розбудови транспортних коридорів до ЄС, інтеграції в мережу TEN-T та розвитку інтермодальних перевезень.

Успіх цих перетворень залежить від прозорості та передбачуваної тарифної політики, що забезпечить баланс між фінансовою стійкістю "Укрзалізниці" та конкурентоспроможністю промисловості. Необхідно усунути перехресне субсидування та спростити адміністративні процедури. Важливим є й розвиток людського капіталу – підготовка кваліфікованих кадрів через модернізацію освітніх програм та створення гідних умов праці.

Ефективна взаємодія неможлива без чіткої державної стратегії та підтримки, що включає сприятливий інвестиційний клімат, сприяння залученню фінансування та реалізацію національної транспортної стратегії, узгодженої з потребами промисловості.

Поглиблення співпраці принесе значні взаємні вигоди: промисловість отримає зниження логістичних витрат, надійність поставок та доступ до нових ринків, підвищуючи свою конкурентоспроможність. Залізниці ж матиме гарантовану вантажну базу та стабільний розвиток.

Отже, перспективи взаємодії залізниці та промисловості України лежать у площині стратегічного партнерства. Інвестиції в модернізацію, інновації, справедлива тарифна політика та ефективне державне управління є ключем до економічної безпеки, стійкості та успішної європейської інтеграції країни.

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ОХОРОНИ ТА СУПРОВОДУ ВАРТОЮ ВІЙСЬКОВИХ ВАНТАЖІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Гудімов В.В.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The railway is a zone of increased danger, and there are two types: being hit by rolling stock and being electrocuted by high voltage. All this indicates that being in the railway zone can be deadly. However, despite the existing rules, some people, while on the railway tracks, cling to the auto-couplers and footboards of the cars, exposing themselves to danger, not realizing that the nominal voltage in the contact network is 27.5 thousand volts, and the braking distance of trains is on average 600-800 meters.

Однією з найважливіших умов, що забезпечують безперервність перевезень у сучасній війні, є комплексне використання залізничного транспорту, під яким слід розуміти узгоджену їх роботу, що здійснюється на основі загального плану під єдиним керівництвом з метою безперебійного забезпечення перевезень військ та різноманітних матеріальних засобів.

На сьогодні у Збройних Силах України створена система підвезення матеріальних засобів, яка в основному задовольняє потреби військ, що задіяні до виконання завдань в бойових операціях.

Метою логістичного забезпечення Збройних Сил є задоволення потреб військ у засобах, необхідних їм для життя і проведення мілітарних і позамілітарних операцій, та забезпечення здатності людського потенціалу, а також озброєння і військового обладнання до проведення бойових дій.

Постачальні військові залізничні перевезення – це перевезення залізничним

транспортом військових вантажів для забезпечення виконання завдань Збройними Силами України.

Охороні та супроводу вартою підлягають військові вантажі, що перевозяться залізничним (водним) транспортом:

- ракети, боєприпаси та інші вибухові речовини;
- займісті та токсичні (отруйні) гази, рідини та речовини, радіоактивні матеріали, наркотичні засоби, психотропні речовини, прекурсори, отруйні та сильнодіючі лікарські засоби, що належать до небезпечних вантажів;
- військова техніка, озброєння та майно (у тому числі стрілецька зброя, матеріальна частина артилерії, танки, бойові машини піхоти, десанту, бронетранспортери, інші види військової техніки з установленим на них озброєнням тощо).

Військові вантажі, що не підлягають охороні та супроводу вартою, транспортуються в установленому законодавством порядку.

Охорона та супровід військового транспорту з військовими вантажами під час перевезення їх залізничним (водним) транспортом здійснюються відповідно до вимог Статуту гарнізонної та вартової служб Збройних Сил України.

Склад варти для охорони та супроводу військових вантажів під час перевезення залізничним транспортом визначається з такого розрахунку (без урахування вагона для розміщення особового складу варти та вагонів прикриття):

- до 15 вагонів включно – 4 особи (начальник варти – офіцер (сержант) та один тризмінний пост);
- від 16 до 30 вагонів включно – 7 осіб (начальник варти – офіцер та два тризмінні пости);
- від 31 вагона – 8 осіб (начальник варти – офіцер, розвідний – сержант та два тризмінні пости).

Для розміщення особового складу варти АТ «Укрзалізниця» надає:

- ВСТП (вагон службово-технічний переобладнаний);
- пасажирський вагон;
- людський вагон (застосовується в особливий період і під час воєнних дій та в разі неможливості забезпечити потрібною кількістю ВСТП і пасажирських вагонів).

БЕЗПЕКА НА ЗАЛІЗНИЦІ. Залізниця – це зона підвищеної небезпеки, причому двох видів: наїзду рухомого складу і ураження електричним струмом високої напруги. Це все свідчить про те, що знаходження в зоні залізниці може бути смертельно небезпечним. Однак, незважаючи на існуючі правила, деякі люди знаходяться на залізничних коліях, чіпляються за автозчепи і підніжки вагонів, наражають себе на небезпеку не розуміючи, що номінальна напруга в контактній мережі складає 27,5 тисяч вольт, а гальмівний шлях поїздів в середньому становить 600-800 метрів.

З метою запобігання нещасним випадкам командир військової частини, від якої відряджається варта, організовує з особовим складом варти заняття з правил надання потерпілим першої медичної допомоги, безпеки під час перебування на коліях залізничних станцій, використання засобів пожежогасіння, а також сигналів, які застосовуються на залізничному та водному транспорті.

Рух змін на пости та з постів здійснюється на міжколійї або узбіччі земель-

ного полотна колоною по одному. Перехід залізничної колії зміною, яка прямує на пости та з постів, здійснюється швидко й тільки під прямим кутом. Слід попередньо подивитись праворуч та ліворуч, переконатись у відсутності небезпеки.

Заборонено:

- переходити через колії, на яких перебуває залізничний рухомий склад, відстань до якого менше ніж 5 м;
- переходити колії на стрілочних переводах, ходити між коліями, пролізати під вагонами.

Обходити потяг з локомотивом, що стоїть, або групу вагонів потрібно на відстані не менше ніж 3 м. Не можна проходити між розчепленими вагонами, якщо відстань між ними менше ніж 5 м.

На стоянках потяга чатовий несе службу на міжколійї або узбіччі земляного полотна біля вагонів, що охороняються. Під час проїзду потяга сусідніми коліями чатовий піднімається на гальмові майданчики (тамбури) вагонів.

На електрифікованих ділянках залізниць заборонено:

- наближатися до неогороджених дротів або частин контактної мережі, що перебувають під напругою, на відстань ближче ніж 2 м, а також торкатися електроустаткування електрорухомого складу як безпосередньо, так і через будь-які предмети;
- торкатися обірваних дротів контактної мережі, металевих опор і пристроїв заземлення, повітряної лінії електропередач і предметів, що до них доторкуються, та наближатися до них ближче ніж на 2 м;
- підніматися на покрівлю, перебувати або виконувати будь-яку роботу на покрівлі вагонів, контейнерів, тепловозів, електровозів, моторних вагонів дизель-та електропоїздів (оглядати покрівлі та обладнання, що розміщено на них, ставати на башти танків, дахи будок спеціальних автомобілів тощо);
- відкривати люки (кришки) цистерн, ізотермічних та критих вагонів або виконувати будь-які роботи на них;
- підніматися на вантажі або проводити навантажувальні та розвантажувальні роботи з відкритого рухомого складу, якщо самі працівники або пристрої, які використовують працівники, можуть у період роботи наближатися на відстань менше ніж 2 м до частин кабельних мереж, що перебувають під напругою.

Під час охорони та супроводу військових вантажів на залізничному транспорті особовому складу варти та супроводжувачу заборонено:

- сидіти на борту платформи, східцях гальмівного майданчика;
- висовуватися з вікон, люків і дверей критих вагонів, сидіти на підлозі в дверному прорізі критого вагона, спиратися на закладку дверей;
- викидати будь-які предмети з вагонів. Двері у вагоні для розміщення особового складу варти мають бути постійно закріплені для запобігання несподіваному зачиненню під час різкого гальмування потяга або удару інших вагонів;
- виходити з вагона в бік потяга, що проходить;
- застосовувати у вагонах невстановлені види освітлення та опалювання.

У ВСТП дотримуються порядку й тиші. Палити в приміщеннях вагона заборонено. Палити можна тільки з дозволу начальника варти під час зупинок потяга поза межами вагона. Для гасіння пожежі ВСТП забезпечується вогнегасниками,

ящиком із піском та іншими засобами пожежогашіння. Особовий склад варти повинен бути ознайомлений з інструкцією щодо дій у випадку виникнення пожежі у вагоні та схемою евакуації з приміщень вагона. Зазначені інструкція та схема евакуації знаходяться в приміщенні начальника варти (супроводжувачів ВСТП).

Висновок. Дотримання зазначених вимог вбереже особовий склад варти від фатальних випадків при знаходженні на залізниці.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РАДІОЧАСТОТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Демченко Є. Б.¹, Бельська І. М.²

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна,

2 – Одеський фаховий коледж транспортних технологій, Україна

The relevance of improving container transportation by rail in Ukraine using RFID technology is considered. The use of RFID will enhance the efficiency of container tracking at terminals, optimize the operation of loading and unloading mechanisms, and ensure reliable control over the condition of goods.

Контейнерні перевезення є одним із ключових напрямків сучасного залізничного транспорту, що забезпечує надійну та економічно вигідну доставку різноманітних вантажів як на внутрішньому, так і на міжнародному сполученні. Вони сприяють інтеграції України у світові ланцюги постачання, забезпечуючи високу швидкість і гнучкість логістичних операцій, зокрема за рахунок організації мультимодальної технології перевезення.

За статистичними даними у довоєнний період спостерігалася тенденція до постійного росту контейнерних перевезень залізницею: у 2018 році ріст склав 22%, у 2019 р. – 20%, у 2020 р. – 11%, у 2021 р. – 14%. З перший воєнний рік спостерігалася падіння перевезень в цілому, та зокрема контейнерних – з 279,8 тис. TEU, перевезених в 2021 р., до 150,1 тис. TEU в 2022 р. (46 %). З перебудовою логістичних ланцюгів в у 2023 р. спостерігалася суттєве зростання обсягів перевезень до 201,3 тис. TEU (+34%), з яких 62% перевезено на експорт та 19% у внутрішньому сполученні. При цьому за номенклатурою вантажів, що були перевезені в контейнерах, найбільша частка припадає на с/г товари: 49% – зерно, 10% – олія, 14% – макуха.

Як показали дослідження, система контейнерних перевезень України потребує удосконалення, зокрема, в частині організації роботи контейнерних терміналів. Можливим способом підвищення ефективності обробки контейнерів є удосконалення системи обліку їх дислокації та стану. Одною з перспективних технологій в цьому напрямку є радіочастотної ідентифікація об'єктів (RFID).

Переробка контейнерів включає ряд операцій: прийом, сортування, зберігання, навантаження-розвантаження. Використання RFID дозволить точно обліковувати локацію контейнерів на терміналі та підвищити ефективність планування роботи навантажувально-розвантажувальних механізмів. З цією метою у контрольних точках терміналу передбачається встановлення зчитувачів; при цьому на кожний

контейнер навішується енергонезалежна RFID-мітка, в якій міститься ключ, за яким в інформаційно-керуючій системі можливо знайти докладні відомості про контейнер та вантаж в ньому. Крім того, можливе встановлення смарт-міток, які б передавали розширений набір даних, таких як температура, вологість, удари, тощо. В перспективі технологія RFID відкриває нові можливості для інтеграції з іншими цифровими технологіями, такими як Інтернет речей, штучний інтелект (AI) та великі дані (Big Data). Це дозволить не лише оперативно відслідковувати контейнерні вантажі, але й проводити аналіз великих масивів інформації для прийняття оптимальних рішень у режимі реального часу.

АНАЛІЗ СВІТОВИХ ПРАКТИК ПРОТИДІЇ ВТРУЧАННЮ В РОБОТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Демченко Є. Б.¹, Бердичевська Т. М.²

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна,

2 – Одеський фаховий коледж транспортних технологій, Україна

Analysis of measures to protect railway infrastructure from unauthorized interference, cyberattacks, and sabotage was conducted. The necessity of implementing comprehensive technical and organizational solutions to enhance Ukraine's defense capabilities in the transport sector has been demonstrated.

Залізничний транспорт відіграє критично важливу роль у системі національної безпеки та оборони України. Він забезпечує оперативне переміщення військової техніки, особового складу, вантажів і стратегічних ресурсів, що має вирішальне значення у воєнний час. Стабільна і безперебійна робота залізничної інфраструктури є запорукою ефективного забезпечення оборонних операцій, мобілізації та логістики. В умовах війни особливого значення набуває захист залізничного транспорту від різних видів втручань та диверсій, які можуть призвести до порушення руху та втрати вантажів.

В сучасний час провідні країни світу приділяють все більше уваги проблемі захисту критичної інфраструктури держави, у тому числі транспортної, від несанкціонованого втручання у її роботу. Зокрема, у Європейському Союзі в рамках співпраці академічного середовища та промисловості було реалізовано проект Methodological Tool for Railway Infrastructure Protection (METRIP), у межах якого проведено аналіз випадків несанкціонованого втручання в роботу залізничного транспорту. Результатом стало розроблення методологічних основ створення системи захисту залізничної інфраструктури ЄС. Водночас слід зауважити, що значна різниця у технічному оснащенні та принципах управління українськими та європейськими залізницями ускладнює безпосереднє впровадження рекомендацій проекту METRIP в Україні.

Окремий напрямок досліджень присвячено аналізу ризиків функціонування транспортної інфраструктури. У цьому контексті розвиваються методики кризового управління залізничним транспортом, спрямовані на запобігання аваріям та мінімізацію наслідків таких подій. Проте існуюча в Україні система управління без-

пекою руху на залізничному транспорті не передбачає комплексного ризик-менеджменту, що потребує вдосконалення.

Іншим важливим напрямком захисту залізничної інфраструктури є вдосконалення технічних засобів. В ЄС активно вирішується питання моніторингу електромагнітних випромінювань уздовж високошвидкісних залізничних магістралей, що дає змогу контролювати електромагнітне середовище у широкому діапазоні частот у режимі реального часу. Також проводяться дослідження впливу високих рівнів тягового струму та потенціалу на системи керування рухом поїздів, за результатами яких пропонується удосконалення існуючих систем захисту. Подальші дослідження у цих напрямках сприятимуть формуванню комплексної системи протидії несанкціонованому електромагнітному втручання на залізницях України.

Слід зазначити, що в умовах війни ворогом широко застосовуються різноманітні засоби гібридних і кібератак, що можуть призводити до пошкодження систем сигналізації та інформаційно-керуючих систем. Тому одним із пріоритетних завдань є впровадження систем кібербезпеки, інтелектуального моніторингу, а також заходів з фізичного захисту об'єктів залізничної інфраструктури.

Також розробляються методики швидкого виявлення й локалізації порушень, системи аварійного оповіщення та координації дій підрозділів для мінімізації наслідків атак.

Таким чином, аналіз та дослідження загроз національній безпеці у сфері залізничного транспорту є надзвичайно актуальними для розробки комплексу технічних рішень і організаційних заходів, які сприятимуть підвищенню обороноздатності України та приведенню її транспортної безпеки у відповідність із вимогами ЄС і світовими стандартами.

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

Демченко Є. Б., Болвановська Т. В., Боричева С. В.

Український державний університет науки і технологій, Україна

An analysis of mathematical methods for freight transport routing and information systems necessary for the effective implementation of these methods in urban transportation planning has been carried out.

Динамічний розвиток міст, що спостерігається в останні десятиріччя, нерозривно пов'язаний з вирішенням ряду логістичних задач з організації міських перевезень пасажирів і вантажів. Наукові методи вирішення вказаних задач виділено в окремий розділ логістики – міську логістику (*City Logistics*), що спрямована на консолідовану координацію та підвищення ефективності управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками, яке базується на приведенні у відповідність параметрів вказаних потоків з потребами різних учасників економічної системи міста та його виробничим потенціалом задля створення умов сталого розвитку громади та регіону.

Характерною особливістю міської логістики є наявність великої кількості пунктів відправлення і призначення вантажів, ефективне обслуговування яких мо-

же бути організовано із застосуванням методології маршрутизації транспорту (*Vehicle Routing Problem – VRP*), адаптованої для умов і обмежень функціонування транспортної та складської системи населеного пункту. В загальному випадку визначення порядку відвідування пунктів кільцевого маршруту формалізується як математична задача про комівояжера (*Traveling Salesman Problem – TSP*). Як показав аналіз, в теперішній час розроблено значну кількість методів вирішення *TSP*, найбільш поширеним з яких вважається метод гілок та меж.

Для кожного конкретного перевезення початкові і кінцеві пункти маршруту визначаються безпосередньо користувачами міської логістичної системи – як різноманітними підприємствами та організаціями, так і окремими фізичними особами. При цьому обидва пункти (відправлення і призначення) можуть розташовуватися як всередині міста (внутрішні міські перевезення), так і один з вказаних пунктів може розміщуватися поза містом (зовнішні вхідні або вихідні перевезення).

Зовнішні перевезення вантажів виконуються, як правило, з використанням автомобілів великої вантажопідйомності, рух яких в умовах міської мережі є ускладненим. У зв'язку з цим широко застосованою практикою є спорудження в передмістях розподільчих центрів, що виконують обробку вхідних вантажопотоків та формування дрібних партій товарів для подальшої їх доставки міським малотоннажним транспортом, що відповідає класичній постановці *VRP*.

Як показав аналіз, сучасні схеми міських перевезень передбачають використання невеликих проміжних складів (*satellite*) для короткочасного зберігання обмежених партій вантажів або прямого перевантаження з одного транспортного засобу (ТЗ) в інший. В якості таких проміжних складів можуть виступати парковки, виділені зони підприємств автосервісу та ін. Така система отримала назву двошелонної. Для таких умов науковцями запропоноване відповідне розширення задачі маршрутизації (*Two-Echelon Vehicle Routing Problem – 2E-VRP*) та представлено ряд досліджень з оптимізації розташування проміжних складів та часових параметрів їх використання.

При організації міської логістики важливими є також часові параметри, такі як: потрібний час доставки вантажу до клієнта, затримки на маршруті внаслідок заторів або аварій, визначені періоди доби та тижня, в які дозволяється рух вантажного транспорту. Тривалість поїздки між пунктами маршруту та виконання навантажувально-розвантажувальних операцій є випадковою величиною, параметри якої безперервно змінюються. Як показав аналіз, загальноприйнятим підходом при плануванні міських перевезень є дискретизація швидкості руху за часовими інтервалами доби. При цьому потрібно зазначити, що через динамічну зміну тривалості поїздки принцип *First In First Out* відносно послідовних ТЗ, що пересуваються по одній і тій самій дузі маршруту, часто не виконується. Дійсно, дуги являють собою найкоротші шляхи по вуличній мережі, але через зміну дорожньої ситуації послідовні ТЗ, що переміщуються по одній і тій самій дузі, в реальності можуть пересуватися різними вулицями. В результаті, ТЗ, що виїжджає другим за чергою з початкового пункту, може прийти раніше першого автомобіля в кінцевий пункт. Відповідно до цього, характерне для класичної постановки *VRP* прагнення якнайшвидше відправитися з пункту маршруту для міських умов не завжди є оптимальною стратегією.

Вихідними даними для розв'язання задачі *TSP* є відстані між пунктами маршруту, що, як правило, представляються у вигляді матриці. При цьому процес визначення найкоротших відстаней між вузловими точками маршрутів є достатньо трудомістким та вимагає проведення аналізу великого масиву топографічних даних реальної вуличної мережі міста. В роботі проведено дослідження можливості застосування сучасних українських інформаційних систем для автоматизованого планування та оперативного керівництва міськими перевезеннями вантажів. Встановлено, що наявний функціонал більшості таких систем дозволяє підвищити ефективність міської логістики.

ОРГАНІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Демченко Є. Б.¹, Іскра О. Л.²

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна,

2 – Одеський фаховий коледж транспортних технологій, Україна

Analysis on the application of artificial intelligence technologies to optimize logistics processes, including transportation, inventory management, and warehouse operations automation was conducted. The capabilities of intelligent TMS, WMS, and OMS systems in improving logistics efficiency are described.

В сучасних умовах глобального розвитку технологій штучного інтелекту (ШІ) його можливості дедалі частіше застосовуються для вирішення широкого спектра логістичних завдань. Одним із основних напрямів використання ШІ в логістиці є оптимізація технологічних схем перевезень, що дозволяє зменшити тривалість або вартість доставки при дотриманні встановлених вимог та обмежень.

Розробка технологічної схеми перевезень вимагає врахування багатьох факторів, зокрема, випадкових: непередбачуваних затримок доставки, що можуть виникати внаслідок черг на міжнародних пунктах пропуску, необхідності виконання додаткових митних процедур, неузгодженості у використанні різних видів транспорту або технічних несправностей.

Алгоритми штучного інтелекту здатні швидко опрацьовувати великі обсяги статистичних даних, що дозволяє проводити машинне навчання на основі накопиченої інформації про виконані перевезення. Серед таких даних – маршрути, види транспорту, умови перевезення та ключові показники ефективності (тривалість і вартість доставки, ризики втрат і пошкоджень вантажу, частота технічних несправностей). На основі цих даних система ШІ здатна запропонувати оптимальну схему перевезення з урахуванням конкретних умов, здійснювати прогнозування показників ефективності та оперативно коригувати плани в реальному часі з урахуванням поточного стану виконання та можливих змін.

Застосування ШІ в логістиці також дозволяє прогнозувати зміни попиту на товари на основі попереднього досвіду, що дає змогу вчасно коригувати транспортні потоки та ефективно управляти запасами, знижуючи витрати та підвищуючи точність логістичних процесів.

TMS-системи, що базуються на методах машинного навчання, забезпечують оптимальний розподіл наявного парку транспортних засобів для виконання замовлень, а також розраховують найбільш ефективні режими руху на маршрутах з урахуванням мінімізації витрат палива або скорочення порожнього пробігу. Крім того, активно розробляються проекти безпілотного руху вантажного транспорту під управлінням ШІ, що дозволяє зменшити ризик людського фактора та підвищити точність логістичних операцій.

У складських системах управління (WMS) з адресним зберіганням використання ШІ сприяє автоматизації роботи кранів-штабелерів і оптимізації зайнятості складських комірок. Це особливо актуально в умовах коливання попиту, оскільки дозволяє скоротити строки комплектації та видачі замовлень клієнтам, підвищуючи швидкість обслуговування.

OMS-системи на основі алгоритмів ШІ забезпечують автоматизоване відстеження замовлень і контроль строків доставки з можливістю прогнозування потенційних затримок та ризику зриву постачання.

Застосування ШІ може також полегшити роботу експедитора, що включає взаємодію з великою кількістю клієнтів та аналіз і контроль транспортної документації. Система на базі ШІ здатна організувати попередню обробку запитів клієнтів, збираючи необхідну інформацію про замовлення та здійснюючи безпекову перевірку контрагентів шляхом порівняння статутних документів з даними відкритих баз або пошуку інформації про репутацію клієнтів у мережі. Крім того, такі системи дозволяють створювати типові форми транспортної документації та контролювати правильність внесення в них даних.

Таким чином, технології штучного інтелекту в сучасних умовах виступають ефективним і перспективним інструментом для оптимізації логістичних процесів та покращення взаємодії з клієнтами.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ МАСОВОЇ СИРОВИНИ НА ПРОМИСЛОВІ ПІДПРИЄМСТВА

Дженчако В. Г.

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Україна

The conditions for the shipment of raw materials in the winter period, which ensure the normal operation of metallurgical enterprises, are set out. Organizational measures have been developed to improve the efficiency of the transportation of metallurgical raw materials in the winter period

Для визначення ритмічного підведення маршрутів зі змерзлою сировиною в пункти призначення і вивантаження їх у встановлені терміни вся робота по навантаженню, просуванню і вивантаженню маршрутів повинна бути організована за єдиними транспортно - вантажно - вивантажувальними графіками. Вихідними даними при організації цієї роботи повинні бути розміри провадження відповідного виду сировини, Розміри споживання цієї сировини в пунктах переробки, дальність

перевезення сировини до найбільш масових споживачів, ритмічність навантаження і вивантаження сировини.

Нормальна робота підприємств, які споживають масове сировину, з урахуванням запасів, вироблених в літню пору, буде забезпечуватися за умови рівномірного надходження цієї сировини в зимовий час в кількості, що відповідає потреби даного підприємства. Число маршрутів, завантажених сировиною, що перебувають в обігу, буде залежати від обраного способу забезпечення навантаження порожніми вагонами. Якщо для перевезення сировини будуть використані замкнуті маршрути, то число їх для транспортування цієї сировини на адресу одного певного підприємства дорівнюватиме:

$$n_1 = \frac{Q_1^c}{Q_1^m \cdot T_1^m}, \quad (1)$$

де, Q_1^c - добове споживання сировини переробними підприємствами, т;

Q_1^m - маса сировини нетто в одному маршруті, т;

T_1^m - час обороту одного маршруту, діб.

Інтервали прибуття і подачі маршрутів під вивантаження на переробних підприємствах встановлюють з урахуванням продуктивності підприємства за обсягом продукції, що випускається і рівномірності роботи його протягом доби.

Виходячи з цих міркувань, інтервали прибуття та вивантаження маршрутів із сировиною визначають за формулою:

$$I_{\max} = \frac{1440 \cdot Q^m}{Q^c}, \quad (2)$$

де, I_{\max} - максимально можливий інтервал, протягом якого повинні бути виконані всі операції з маршрутами, діб.

Q^m - маса сировини, що перевозиться в одному маршруті, т;

Q^c - добове споживання сировини, т.

У зимових умовах, коли сировина прибуває в змерзломому стані, при визначенні часу обробки маршруту в пункті вивантаження в необхідних випадках треба враховувати час, що витрачається на виконання операцій з розморожування змерзлої сировини.

Загальна кількість маршрутів, що відвантажуються в пунктах виробництва сировини, і отже, інтервали (темп) навантаження, коли шахти або кар'єри обслуговують кілька підприємств - споживачів, визначають, виходячи з суми маршрутів, що відвантажуються для кожного підприємства.

Рівномірний підведення маршрутів в пункти вивантаження забезпечують з урахуванням числа маршрутів, спрямованих на адресу одержувача (підприємства) і відстані перевезення. Інтервали прибуття маршрутів на адресу одного одержувача визначають за формулою (2). Для ув'язки і забезпечення рівномірності прибуття

сировини, що відвантажується з одного фронту навантаження в усі пункти призначення, доцільно будувати спеціальні графіки.

Забезпечення рівномірного підведення змерзається сировини протягом доби до пунктів вивантаження безсумнівно сприятливо вплине на прискорення вивантаження, так як це майже повністю виключить непродуктивні простой завантажених вагонів в пунктах вивантаження або затриманих на підходах до них з - за розморожування раніше підведених завантажених вагонів з порушенням встановленого режиму. При певних умовах (велике скупчення вагонів зі змерзлою сировиною в очікуванні вивантаження, низькі температури зовнішнього повітря, дальність перевезення та ін.) Доцільно в першу чергу вивантажувати вагони з підходу, а раніше прибули і затримані вагони з вельми сильно змерзлою сировиною подавати під вивантаження в міру оперативних можливостей і звільнення секцій гаражів розморожування. При такому варіанті абсолютний простій вагонів під вивантаженням і труднощі з вивантаженням будуть безсумнівно менше. Цей захід буде ефективним у всіх випадках, коли змерзлу сировину перевозять в умовах низьких температур зовнішнього повітря (нижче -10°C) і на порівняно короткі відстані.

Організаційні заходи щодо підвищення ефективності перевезення металургійної сировини в зимовий період:

- максимальне охоплення перевезень змерзається сировини маршрутами й збільшеними групами вагонів;
- організація руху маршрутів зі змерзлою сировиною за розробленими графіками;
- організація регулярної і точної інформації вантажоодержувачів про відвантажену на їхню адресу продукцію і часу надходження вагонів з цією продукцією в пункти призначення під вивантаження, а також відправників - про стан справ із вивантаженням у одержувачів і температурних умовах по шляху проходження у одержувачів;
- регулювання навантаження по призначеннях з урахуванням очікуваних частих змін температур повітря;
- зниження навантаження окремого змерзається сировини, за рахунок збільшення навантаження незамерзаючими сировини;
- переадресування маршрутів зі змерзається сировиною під час перевезення.

СИНХРОНІЗАЦІЯ ПЕРЕРОБНИХ СПРОМОЖНОСТЕЙ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ І ГАРАЖІВ РОЗМОРОЖУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Дженчако В. Г.

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Україна

The daily requirement of the sinter plant in iron-containing raw materials, the processing capacity of the transport and cargo complex and the capacity of the defrosting garages serving the sinter plant with an annual output of 12.0 million tons per year are established. The method of calculating the capacity of defrosting garages has

been refined. The non-compliance of the capacity of the defrosting garages with the deflection of the processing capacity of the transport and cargo complex is established.

Початковим положенням для визначення параметрів функціонування розвантажувального комплексу промислового підприємства є добова потреба аглофабрики у залізовмісній сировині. Відповідно, для забезпечення безперебійної роботи агломераційного виробництва переробна спроможність розвантажувального комплексу, має бути не менше добової потреби аглофабрики в залізовмісній сировині. Добова потреба аглофабрики у сировині (P_A) приймається відповідно до технологічних нормативів на залізовмісні компоненти шихти для виробництва агломерату і розраховується для річної продуктивності аглофабрики $P_{річ} = 12,0$ млн. т на рік. Добова потреба аглофабрики у залізовмісній сировині складає 429 вагонів. У проведених дослідженнях встановлено, що для забезпечення безперебійної роботи агломераційного виробництва добова переробна спроможність розвантажувального комплексу ($P_{ТВК}$) повинна прийматися з умови:

$$P_{ТВК} \geq P_A \quad (1)$$

Очевидно, що у зимовий період вона визначається добовою переробною спроможністю гаражів розморожування $P_{ГР}$ з умови:

$$P_{ГР} \geq P_{ТВК} \quad (2)$$

З вищевикладеного виходить:

$$P_{ГР} \geq P_{ТВК} \geq P_A \quad (3)$$

Для визначення відповідності переробної спроможності гаражів розморожування і переробної спроможності розвантажувального комплексу при різній тривалості розморожування, необхідно оцінити пропускну спроможність гаражів.

Традиційний метод розрахунку добової пропускну спроможності гаражів розморожування визначається наступною моделлю:

$$P_{секц} = \frac{N_{секц} \cdot v \cdot (24 - t_m)}{(T_p + t_n + t_{np})}, \text{ ваг.} \quad (4)$$

де $N_{секц}$ – кількість секцій гаражів розморожування, од.;

v – місткість секції гаражів розморожування, ваг.;

t_m – резерв часу на обслуговування транспортної інфраструктури і гаражів, год.;

T_p – тривалість розморожування однієї групи вагонів, год.;

t_n – тривалість постановки групи вагонів в секцію гаражів розморожування, год.;

t_{np} – тривалість прибирання групи вагонів з секції гаражів розморожування, год.

Результати проведеного розрахунку по традиційному методу показали, що він фактичної пропускну спроможності гаражів розморожування не визначає.

Проведений аналіз процесу розморожування показав, що, метод розрахунку пропускну спроможності гаражів розморожування повинен додатково враховувати

тривалість виведення групи вагонів на контрольну перевірку стану сировини в процесі розморожування, тривалість проведення контрольної перевірки, тривалість постановки на додаткове розморожування, і міжопераційні простой груп вагонів з сировиною в очікуванні обміну в секції гаражів. Вказане істотно знижує точність методу розрахунку переробної спроможності гаражів розморожування.

У зв'язку з вищевикладеним, потрібне уточнення методу розрахунку пропускної спроможності гаражів розморожування, стосовно існуючих умов, з доповненням математичної моделі зазначеними показниками. При цьому модель розрахунку добової переробної спроможності гаражів прийме наступний вигляд:

$$P_{секц} = \frac{N_{секц} \cdot v \cdot (24 - t_m)}{(T_p + t_n + t_{np} + t_{оч.н} + t_{оч.к} + t_{в.к.} + t_{к.н.} + t_{н.д.} + t_{оч.пр})}, \text{ ваг.} \quad (5)$$

де t_n – тривалість постановки групи вагонів із змерзлою сировиною в секцію гаражів розморожування з оцінкою стану змерзлої сировини, год.;

t_{np} – тривалість прибирання групи вагонів з розмороженою сировиною з секції гаражів розморожування з перевіркою стану сировини, год.;

$t_{оч.н}$ – міжопераційний простій групи вагонів із змерзлою сировиною в очікуванні постановки в секцію гаражів, год.;

$t_{оч.к}$ – міжопераційний простій групи вагонів з сировиною в очікуванні проведення контрольної перевірки, год.;

$t_{в.к.}$ – тривалість виведення групи вагонів на контрольну перевірку стану сировини в процесі розморожування, год.;

$t_{к.н.}$ – тривалість контрольної перевірки стану сировини, год.;

$t_{н.д.}$ – тривалість постановки групи вагонів на додаткове розморожування, год.;

$t_{оч.пр}$ – міжопераційний простій групи вагонів з розмороженою сировиною в очікуванні обміну груп вагонів у секції гаражів розморожування, год.

Розрахунок пропускної спроможності гаражів розморожування проводився за даними базового підприємства для шести секцій місткістю по 22 вагони на основі даних технологічного графіка процесу розморожування групи вагонів. Проведений розрахунок добової переробної спроможності гаражів показав, що вона складає 220 вагонів, а добова переробна спроможність комплексу - 430 вагонів. Невідповідність переробної спроможності гаражів розморожування і переробної спроможності розвантажувального комплексу визначається 210 вагонами. Отже, існуюча система підготовки змерзлої сировини до вивантаження не відповідає загальним технологічним вимогам роботи розвантажувального комплексу і не забезпечує виробничих потреб аглофабрики у сировині. Тому необхідний аналіз основних факторів, що визначають пропускну спроможність гаражів розморожування і виявлення тих з них, які дозволяють синхронізувати переробну спроможність гаражів і розвантажувального комплексу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У НАПРЯМКУ КИТАЙ-УКРАЇНА

Дорош А. С.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The technology of container shipping from China to Ukraine has been considered.

Глобалізація економіки та міжнародної торгівлі вимагають розвиненої та ефективної логістичної інфраструктури, і контейнерні перевезення стали основним інструментом для забезпечення швидкого та економічно вигідного транспортування вантажів між країнами. Для України одним із стратегічних партнерів зовнішньої торгівлі є Китай, порти якого є світовими лідерами за показниками морських контейнерних перевезень.

З початком вторгнення російської федерації в Україну в лютому 2022 року було зупинено захід суден, в тому числі і контейнеровозів, до морських портів України. До весни 2024 року всі контейнерні вантажі призначенням в Україну слідували альтернативними маршрутами, а саме через морські порти Гданськ (Польща) або Констанца (Румунія), звідки їх подальша доставка в Україну здійснювалась сухопутним транспортом. Влітку 2024 року першим з морських перевізників, хто відновив контейнерне сполучення з Україною, була лінія Mediterranean Shipping Company (MSC). Таке сполучення було реалізоване за рахунок фідерних перевезень з турецького порту Текірдаг до контейнерного терміналу Одеського морського порту. Крім того, наприкінці січня 2025 року французька морська лінія CMA CGM запустила маршрут Odessa Express між портами Пірей (Греція), Стамбул (Туреччина) та Одеса, що також дозволило поступово відновити контейнерні перевезення в Україну. Проте, станом на квітень 2025 року прямі маршрути доставки контейнерів з портів Китаю до України все ще відсутні, а питання вибору доцільного маршруту доставки контейнерних вантажів в цьому напрямку залишається актуальним.

Аналіз і дослідження існуючих альтернатив контейнерних перевезень з Китаю до України було виконано на прикладі доставки вантажу в універсальному 20-футовому контейнері з китайського порту Нінбо до міста Дніпро. Для організації такої доставки було розроблено дві транспортно-технологічні схеми, що передбачають морську доставку контейнера в порт Гданськ (Польща) або Одеса (Україна), з подальшим перевезенням контейнера залізничним транспортом, або перевалкою вантажу на автомобільний транспорт і доставкою в м. Дніпро.

З використанням онлайн-сервісу Searates було обрано морську лінію CMA CGM, яка може здійснити доставку контейнера як до Гданського, так і до Одеського морського порту, а тривалість такої доставки становить 47 та 49 діб відповідно. При цьому доставка контейнера до порту Одеси передбачає його перевантаження в грецькому порту Пірей і подальше перевезення в Україну фідерним контейнеровозом Lila Canada. Вартість морської доставки 20-футового контейнера до порту Гданськ становить 2700 USD, а до порту Одеса - 4800 USD.

Для організації залізничної доставки контейнера з Польщі до міста Дніпро доцільно використовувати спот-сервіс з Польщею від АТ “Українські залізниці”, що надає послуги доставки контейнерів з порту Гданська до центрів транспортного

сервісу Ліски в українських містах. Розрахункова тривалість такої доставки становить до 9 діб, а вартість 1450 USD за один 20-футовий контейнер. В той же час, доставка такого контейнера з порту Одеси до м. Дніпро займає близько 4-5 діб при орієнтовній вартості 450 USD.

У випадку перевалки вантажу з контейнера на автомобільний транспорт доцільно використовувати комбінований транспортний засіб у складі сідельного тягача і напівпричепа (тентованого, ізотермічного чи рефрижераторного). Вартість такої доставки з урахуванням додаткових послуг (перевантаження, експедиторські послуги) у напрямку Гданськ-Дніпро становить до 3000 USD, а з Одеси до Дніпра - 900 USD.

В результаті виконаних розрахунків встановлено, що у випадку доставки контейнера з Китаю в Дніпро через польський порт Гданськ загальні витрати можуть становити 4150 USD при використанні залізничного транспорту і 5700 USD при автомобільній доставці. У випадку доставки через Одеський морський порт витрати можуть становити 5250 USD (сухопутна доставка залізничним транспортом) та 5700 USD за умови доставки вантажу до м. Дніпро автомобільним транспортом. Отже, з урахуванням поточної тарифної політики перевізників, а також в умовах відсутності прямих рейсів морських контейнерних ліній Китай-Україна, більш доцільним варіантом організації перевезень контейнерних вантажів в цьому напрямку є їх доставка до польського порту Гданськ з подальшим транспортуванням в Україну залізничним транспортом.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ

Друбецька Т. І., Рябець К. К., Скрильов Т. В., Сердечний І. М.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The issue of maintenance and repair of traction substations is considered. The general problem of improving the maintenance and repair system of traction substations of electrified railways is described.

На сьогоднішній день значна частина обладнання електроенергетичної інфраструктури залізничного транспорту України вже вичерпала свій ресурс і потребує заміни або поетапної реконструкції та оновлення. Більше 70 % підстанцій мають термін експлуатації більше 70 років.

Необхідно підвищувати ефективність використання існуючого обладнання, застосовувати нові методи діагностування фактичного технічного стану обладнання, скорочувати експлуатаційні витрати і переходити на ресурсозберігаючі та енергозберігаючі технології.

Надійна робота пристроїв електропостачання грає важливу роль з питань вирішення проблеми безпеки руху на залізницях України. При цьому більшості відмов електроустаткування дистанцій електропостачання передують той або інший вид накопичених ушкоджень.

Враховуючи вищезазначене та результати аналізу стану технічної експлуа-

тації тягових підстанцій на цей час проблема забезпечення надійності електроустаткування та зниження аварійності силового обладнання тягових підстанцій в процесі експлуатації стає першочерговим завданням системи електропостачання електрифікованих залізниць.

Зазначені обставини показують на необхідність розробки науково-обґрунтованого комплексу методів і засобів, спрямованих на підвищення надійності системи технічної експлуатації. Даний комплекс повинен базуватися на детальному аналізі виходу з ладу електрообладнання із застосуванням сучасних математичних моделей і методів.

Основним принципом нової технології управління технічним станом електрообладнання є метод технічного обслуговування електрообладнання, заснований на індивідуальному спостереженні за реальними змінами технічного стану обладнання в процесі експлуатації. Тоді система технічного обслуговування і ремонту являє собою сукупність правил, що забезпечують задане та якісне управління виробничою експлуатацією електрообладнання на основі контролю його технічного стану.

Щоб провести оцінку нормальної роботи системи тягового електропостачання можна використати безліч сучасних методів. У цьому напрямі японські вчені, в період становлення науки про якість, відібрали сім основних методів.

Необхідне удосконалення існуючої системи технічного обслуговування електроустаткування шляхом розробки і застосування її нових форм, що забезпечують зниження витрат при одночасному збільшенні надійності експлуатації електрообладнання.

АНАЛІЗ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ СПРОМОЖНОСТІ КОНТАКТНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ В ІНФРАСТРУКТУРІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА ПРОМИСЛОВОГО ТРАНСПОРТУ

Жевжик О. В., Потапчук І. Ю., Ємченко Д. С., Щуклов Г. М.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The paper analyzes the cooling performance of contact-type heat exchangers in railway and industrial systems for optimizing thermal management under varying operational conditions.

Сучасні залізничні системи та промислові об'єкти характеризуються високими тепловими навантаженнями, особливо у випадках експлуатації потужного електрообладнання, дизель-генераторних установок, трансформаторів і компресорів. У зв'язку з цим ефективна система охолодження — критичний елемент стабільної роботи. Контактні теплообмінники, зокрема зрошувального типу (бризкальні басейни, градирні, спреї-системи), забезпечують високу тепловіддачу за рахунок прямого контакту і випаровування теплоносія з охолоджуючим середовищем.

Метою дослідження є кількісний аналіз охолоджувальної здатності контактних теплообмінників з урахуванням параметрів навколишнього середовища, режимів роботи транспортного та промислового обладнання, а також особливостей їх-

ньої конструкції.

Завдання дослідження є вивчення процесів тепломасообміну у системах з прямим контактом фаз (вода–повітря); моделювання залежностей охолоджувальної здатності від швидкості потоку, температури навколишнього середовища, вологості та інтенсивності зрошення; аналіз впливу форми теплообмінної поверхні, розподілу капель, дисперсності розпилювання.

У дослідженні застосовано чисельне моделювання процесів охолодження в середовищі CFD, аналітичні методи теплопередачі та експериментальні вимірювання в лабораторних умовах.

В результаті дослідження встановлено раціональні режими роботи контактних теплообмінників при змінних погодних умовах; визначено критичні параметри охолодження для забезпечення безперебійної роботи залізничних тягових агрегатів; запропоновано рекомендації з модернізації градирень для промислових підприємств, що мають залізничну інфраструктуру.

Результати дослідження можуть бути впроваджені на залізничних тягових підстанціях, у депо; на промислових підприємствах із значними тепловими викидами (металургія, хімічна промисловість, енергетика); для модернізації існуючих теплообмінних систем у транспортній інфраструктурі, зокрема в майстернях та сервісних центрах; при проектуванні градирень і водоохолоджувальних систем, що працюють у складних кліматичних умовах; у системах рекуперації тепла на об'єктах залізничного й промислового транспорту. Оптимізація систем охолодження сприяє зменшенню втрат енергії, підвищенню довговічності обладнання та зниженню витрат на обслуговування.

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У КОНТЕКСТІ ВЗАСМОДІ ЗАЛІЗНИЦЬ ТА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Жевжик О. В., Потапчук І. Ю., Ємченко Д. С., Щуклов Г. М.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The paper investigates the application of high-temperature waste-to-fuel technologies to improve the energy sustainability of railway-industrial infrastructure and reduce environmental impact.

В умовах підвищених вимог до екологічної відповідальності транспортної галузі та промисловості, актуальним є питання інтеграції систем енергопостачання, заснованих на вторинних джерелах енергії. Залізничні вузли, локомотивні та вагонні депо є перспективними об'єктами для впровадження високотемпературних технологій переробки твердих побутових відходів (ТПВ), що забезпечують енергією для місцевих потреб.

Проведено аналіз можливостей кооперації промислових підприємств та об'єктів залізничної інфраструктури у сфері виробництва вторинного палива з ТПВ та його енергетичного використання із застосуванням високотемпературних термохімічних технологій (піроліз, газифікація, плазмове спалювання).

Основними завданнями дослідження є аналіз інженерно-технічних рішень щодо виробництва палива з ТПВ для потреб залізничного та промислового секторів; розрахунок рівноважного хімічного складу отриманого палива для підвищення ефективності теплогенераторів на залізничній інфраструктурі; визначення умов виробництва палива, придатного до використання в автономних енергомодулях.

Запропоновано нові підходи до математичного моделювання процесів термомоетворення ТПВ, адаптованих для умов обмеженого простору та підвищеної мобільності залізничної інфраструктури. Обґрунтовано доцільність розміщення високотемпературних мінікомплексів поблизу транспортних хабів.

Промислові підприємства можуть використовувати ТПВ для покриття частини енергоспоживання; залізничні вузли – як автономні джерела енергії для обігріву, освітлення, заряджання спецтехніки, а інфраструктурна кооперація – при створенні спільних об'єктів переробки з мінімізацією логістичних витрат на транспортування ТПВ.

Результатами дослідження є розробка алгоритму оцінки ефективності використання палива з ТПВ у залізничним споживачем; визначення раціональних параметрів високотемпературних технологій у логістиці залізничних підприємств; зменшення викидів CO₂, зниження витрат на утилізацію відходів.

Результати можуть бути використані на залізничних підприємствах, як джерело альтернативного теплопостачання та енергоживлення; для створення локальних систем енергозабезпечення; для місцевих громад при реалізації проектів державно-приватного партнерства у сфері утилізації відходів; на сміттєспалювальних комплексах, що розміщуються поруч із залізничною інфраструктурою.

АНАЛІЗ ВИТРАТ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Загайкевич К. І., Суслов А. В., Вернигора Р. В.

Український державний університет науки і технологій

The report examines the methodology for determining the costs of road transportation of grain cargo. The study found that grain transportation to ports is 10...15% cheaper than delivery to western border checkpoints, and transportation in containers is 5...8% cheaper than transportation in grain trucks.

Україна є одним з найбільших виробників та експортерів зерна у світі. Навіть у воєнні 2022...2024 р.р. Україна в середньому виробляє 55...56 млн. т. зерна (у 2019...2021 р.р. – 75 млн. т.) та експортує 48...50 млн. т. (у 2019...2021 р.р. – 50 млн. т.). Якщо до 2022 р. основна частина експортного зерна (близько 95%) прямувала через морські порти, то з початком повномасштабної війни з росією в наслідок блокування портів значні обсяги зернових вантажів були зорієнтовані на західні сухопутні пункти пропуску. Це призвело до значних затримок у термінах доставки зерна, насамперед, залізничним транспортом через низьку пропускну здатність залізничних пунктів пропуску. В зв'язку з цим зросла роль автомобільних перевезень зерна, які забезпечують близько 36% усіх обсягів перевезень зернових.

В сучасних умовах, що характеризуються диверсифікацією ринку транспортних послуг, зокрема при транспортуванні зерна, перед вантажовідправниками постає питання вибору найбільш ефективної технології перевезення вантажів. При цьому, враховуючи фактичне припинення річкових перевезень, основна конкуренція залишається між залізничним та автомобільним транспортом. Звичайно, кожен з цих видів транспорту має свої переваги та недоліки: наприклад, залізничний транспорт забезпечує всепогодність перевезень та більший рівень безпеки, натомість автомобільний – більшу гнучкість та можливість доставки «від дверей до дверей». Однак, ключове значення для відправників має вартість перевезення. Якщо тариф на залізничне перевезення в цілому чітко регламентується нормативними документами державного монополіста АТ «Укрзалізниця» (вагонна складова, інфраструктурна складова, додаткові збори), то витрати на автомобільні перевезення регулюються ринком відповідного сегменту транспортних послуг. Таким чином, для дослідження ефективності того чи іншого виду транспорту при організації перевезення вантажів, зокрема зернових, важливо мати адекватну оцінку витрат на автомобільне перевезення.

Для дослідження величини та структури витрат на автоперевезення зерна розглянуто маршрут від великого пункту відправлення у центральній частині України до великого морського порту та до перевантажувального терміналу на заході країни; при цьому розрахунки виконано для перевезення зерна у зерновозі (22 т) та у контейнері (24 т). У даному дослідженні прийнято, що витрати вантажовідправника включають тільки оплату транспортного тарифу та вантажні операції; тоді витрати на перевезення:

$$S_{\text{авт}} = m_{\text{ван}} \cdot l_{\text{мар}} \cdot c_{\text{авт}} + m_{\text{ван}} \cdot c_{\text{ван}} + m_{\text{ван}} \cdot c_{\text{вив}} \quad (1)$$

де $m_{\text{ван}}$ – маса вантажу, т; $l_{\text{мар}}$ – довжина маршруту, км; $c_{\text{авт}}$ – вартість 1 т-км, грн; $c_{\text{ван}}$, $c_{\text{вив}}$ – відповідно вартість навантаження та вивантаження 1 т, грн.

Відстань перевезення до порту склала 650 км, а до прикордонного перевантажувального терміналу – 780 км. Витрати, пов'язані з перевезенням вантажів автотранспортом, залежать від значної кількості випадкових факторів. При цьому вартість доставки $c_{\text{авт}}$ нелінійно залежить від відстані перевезень. Варто зазначити, що на вартість автоперевезень істотно впливає тип вантажу, тип рухомого складу і ще більше – маршрут перевезення (наприклад, вартість перевезення в районах, розташованих поблизу зони бойових дій, вища, ніж перевезення рештою території України). Окрім того, на вартість автоперевезення впливають коливання вартості палива, стан доріг за маршрутом перевезення, сезон перевезення, погодні умови тощо. Також має значення та спосіб розрахунку: безготівковий розрахунок дорожчий приблизно на 15%. На основі аналізу найбільш поширених онлайн-сервісів Della та Transportica біли побудовані регресійні залежності для автоперевезень зерна у зерновозах та у контейнерах в залежності від маси вантажу та відстані перевезення, що дало можливість встановити усереднені значення $c_{\text{авт}}$ для відповідних відправок.

Окрім того, за відкритими джерелами визначено вартості завантаження 1 т зерна у автозерновоз та його пломбування, оренда контейнера, його стафірування

та завантаження в автомобіль, пломбування контейнера, а також вартість операцій з вивантаження зерна за розглянутими варіантами. Оскільки операції зважування, лабораторних досліджень якості зерна, документального та митного оформлення виконуються по обом варіантам перевезення за приблизно однаковими ставками, то у порівняльній оцінці варіантів доставки зерна витрати за цими операціями не враховувались.

Результати виконаних розрахунків показали, що в середньому витрати на перевезення 1 т зерна у напрямку портів дешевше на 10...15%, а перевезення в контейнерах – на 5...8% дешевше за перевезення у автозерновозах. Ці розбіжності в основному спричинені різницею у витратах на додаткові операції, оскільки вартість 1 т-км по розглянутим маршрутам та технологіям перевезення приблизно однакова, що пов'язано з приблизно однаковими витратами на експлуатацію автомобілів та оплату праці водіїв. Аналогічно були визначені вартісні показники для інших маршрутів доставки зерна, у результаті чого отримано залежності вартості автотранспортування зерна в залежності від відстані та технології доставки. Отримані залежності можуть бути використані у дослідженнях щодо порівняльної оцінки ефективності різних технологій (схем) перевезення зернових вантажів, зокрема і на експорт.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кісельов А. В., Хоженко К. Ю., Журавель І. Л.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The relevance of the development of intermodal transportation and ways to increase its level are described.

27 грудня 2024 р. Кабінетом Міністрів України схвалено оновлену Національну стратегію України на період до 2030 р. (далі – НСУ 2030) і затверджено операційний план заходів із її реалізації протягом 2025...2027 р. Відповідно до завдань, які спрямовані на досягнення стратегічної цілі 1 щодо відновлення та розвитку конкурентоздатної та ефективної транспортної системи країни, яка інтегрована до транс'європейської транспортної мережі TEN-T із урахуванням вимог ЄС, передбачене забезпечення комплексного вирішення проблемних питань в сфері мультимодальних перевезень, удосконалення транспортно-логістичної інфраструктури різних видів транспорту та необхідних логістичних інструментів. Крім цього, визначене завдання щодо збільшення частки контейнерних перевезень та стимулювання розвитку контрейлерних перевезень, які є різновидами інтермодальних, з метою зростання обсягів транспортування контейнерів територією країни, в т. ч. в рамках розвитку нових транзитних маршрутів, підвищення рівня перевезень вантажів у інтермодальних транспортних одиницях мінімум до 20 відсотків від загального обсягу та досягнення включення одного з морських портів країни до ТОП-150 найбільших портів світу за показниками обсягу обробки контейнерів. Операційним планом заходів із реалізації НСУ 2030 очікуються перші позитивні результати із розвитку ефективних мультимодальних перевезень вантажів і транспортно-

логістичної інфраструктури України вже в 2027 р.

Підґрунтя для реалізації таких амбітних планів є – клієнтурою активно підтримується взятий вектор на контейнеризацію, що підтверджується будівництвом нових контейнерних терміналів і розвитком наявних, в першу чергу, поблизу західного кордону країни. Зокрема, «Левада Карго» Групи «Лемтранс» планує відкрити контейнерний термінал у Фастові потужністю 80 000 TEU, а восени минулого року «Лемтрансом» відкрито контейнерний термінал у Вінниці потужністю 30 000 TEU. Обсяги обробки контейнерів на терміналах за останні роки суттєво зросли та наразі перевищують 125 тис. контейнерів в рік.

Для ринку контейнерних перевезень є характерним стабільне зростання обсягів. І, якщо у 2014 р. частка контейнерів, які транспортувалися автомобільним транспортом, складала 65...70 %, то в 2024 р. вона зменшилась до 57 % за рахунок збільшення частки контейнерів, які були доставлені залізничним транспортом (хоча в цілому характерна певна зворотня тенденція щодо відтоку частини вантажів із залізничного транспорту на автомобільний – частка вантажів, перевезених УЗ за період з 2020 р. по 2023 р., плавно знизилась із 61 % до 45 % за рахунок збільшення частки вантажів на автотранспорті). Але, незважаючи на наявний потенціал, наразі рівень контейнеризації перевезень вантажів в країні оцінюється близько 4 % порівняно з 35...55 % у країнах ЄС.

В 2024 р. УЗ перевезено 258,2 тис. TEU завантажених контейнерів, що склало на 28 % більше за показник 2023 р. в 201,26 тис. TEU, але не досягло передвоєнних обсягів (порівняно зі зростанням загальних обсягів вантажних перевезень на УЗ на 18 % - зі 147 млн. т в 2023 р. до 175 млн. т в 2024 р.). Приріст загальних обсягів перевезення руди на УЗ в 2024 р. порівняно з 2023 р. склав 58 %, а зерна – 30 %. В структурі експортних перевезень частки цих вантажів зросли вдвічі за рахунок зменшення обсягів експорту переважно мінбудматеріалів (вчетверо) та суттєвого падіння експорту вугілля.

Стосовно обсягів перевезень вантажів в контейнерах за основною номенклатурою, то в 2024 р. їх основу склали зернові вантажі (39 %) і чорні метали (15 %), а також макуха (7 %) і олія рослинна (6 %). При цьому, основний приріст є характерним для зернових вантажів – в 2023 р. перевезено 86,32 тис. TEU порівняно з 23,74 тис. TEU в передвоєнному 2021 р. (більше ніж в 2,5 рази) порівняно з різким падінням обсягів транспортування чорних металів за цей же період (більше ніж втричі). Крім цього, обсяги перевезень макухи в 2023 р. порівняно з 2021 р. зросли більше ніж втричі, а олії рослинної – на 37 %. Зернові вантажі та макуха в контейнерах перевозяться насипом в спеціалізованих хопер-контейнерах або з використанням контейнерних вкладишів, а олія рослинна – з використанням флексітанків або в спеціалізованих танк-контейнерах.

Збільшенню обсягів інтермодальних перевезень сприяло запровадження УЗ для клієнтури нового інтермодального сервісу, що об'єднав в собі перевезення контейнерних і контрейлерних поїздів та поїздів комбінованого транспорту в напрямках морських портів України, Польщі та Румунії.

Розвиток інтермодальних перевезень – один з основних факторів підвищення ефективності функціонування транспорту. Застосування інтермодальних транспортних одиниць (в першу чергу, контейнерів) є найбільш доцільним в

мультимодальних ланцюгах перевезень ваантажів за рахунок зменшення часу на перевалку з одного виду транспорту на інший та зменшенню рівнів ризику втрати чи пошкодження вантажу. Перспективними для підвищення рівня інтермодальних перевезень на залізничному транспорті є проекти ПФ «Глорія» із застосуванням модульних вантажних одиниць і модульних вантажоперевізних комплексів різного призначення. Зокрема, це запропоновані ПФ «Глорія» технології контейнерного перевезення контрейлерів і змінних кузовів «Swap body».

ОЦІНКА ПОХИБКИ ЧАСУ РУХУ ВІДЧЕПІВ ПРИ СКОЧУВАННЯ З ГІРКИ

Козаченко Д. М., Клига О. В.

Український державний університет науки і технологій

Estimation of the errors of cuts' running time during hump shunting is given in the paper.

Розформування складів на гірках є одним із основних процесів, що відбувається на залізничному транспорті. Управління процесом скочування відчепів є складним процесом через те, що більшість характеристик відчепів та умов їх скочування є випадковими величинами. Похибка прогнозів по руху відчепів у цьому дослідженні оцінюється середнім квадратичним відхиленням випадкової величини часу їх скочування до деякої точки на маршруті σ_t .

Основними факторами, що впливають на величину σ_t є кількість вагонів у відчепі $n_{\text{від}}$, математичне очікування маси вагона у відчепі $q_{\text{від}}$, середнє квадратичне відхилення швидкості виходу відчепа з гальмової позиції σ_v , відстань нерегульованого скочування s , швидкість виходу відчепа з гальмової позиції $v_{\text{ГП}}$. Для ідентифікації моделі $\sigma_t = f(n_{\text{від}}, q_{\text{від}}, \sigma_v, s, 1/v_{\text{ГП}}^2)$ проведена серія факторних експериментів з використанням плану 2^5 . Рівні варіювання факторів представлені у табл. 1.

Таблиця 1 - Фактори та рівні їх варіювання в експериментах по ідентифікації моделі $\sigma_t = f(n_{\text{від}}, q_{\text{від}}, \sigma_v, s, 1/v_{\text{ГП}}^2)$

Фактор	Нормований фактор	Нижній рівень $x=-1$	Середній рівень $x=0$	Верхній рівень $x=1$
$n_{\text{від}}$	x_1	1	2	3
$q_{\text{від}}$	x_2	25	54	83
σ_v	x_3	0,1	0,2	0,3
s	x_4	50	100	150
$1/v_{\text{ГП}}^2$	x_5	$1/6^2$	$1/3,795^2$	$1/3^2$

Після обробки результатів експериментів отримано поліном першого ступеня

$$\sigma_t = 1,1 - 0,21x_1 - 0,22x_2 + 0,44x_3 + 0,79x_4 + 0,64x_5 + 0,33x_3x_4 + 0,27x_3x_5 + 0,55x_4x_5 + 0,22x_3x_4x_5.$$

Аналіз коефіцієнтів наведеного полінома показує, що основними чинниками, які впливають на середнє квадратичне відхилення часу скочування відчепа є

відстань нерегульованого скочування та задана швидкість виходу відчепа з гальмової позиції. Перший фактор є нерегульованим і залежить від конструкції гірки та призначення відчепів. Другий фактор є регульованим. Врахування похибок у оцінці часу скочування дозволить підвищити імовірність виконання плану розпуску составів в умовах відсутності повної інформації про параметри відчепів, умови зовнішнього середовища та неточної реалізації гальмовими позиціями заданих режимів.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЧИСЛА КАР'ЄРНИХ ЛОКОМОТИВІВ

Козаченко Д. М., Хилькевич Д. В., Березовий М. І., Малашкін В. В.

Український державний університет науки і технологій

An advanced analytical method for assessing the railway rolling stock needs in quarry transport is presented.

Видобуток залізної руди пов'язаний з переміщенням значних мас гірничих мас. Ефективним засобом виконання таких видів роботи є залізничний транспорт. Умови виконання перевезень в кар'єрах динамічно змінюються. Це пов'язано як зі зміною обсягів видобутку, так і зі зміною положення точок навантаження та вивантаження. Це викликає зміни у кількості локомотиво-составів, необхідних для виконання перевезень.

Величина парку рухомого складу для виконання перевезень тепловозами може бути визначена за формулою

$$M = \left\lceil \frac{\sum_i^k (T_{p,i} + T_{vo,i} + t_{дод,i} + t_{оч,i}) n_i}{1440 - 2t_{пер} - T_{то} - t_{мто} - T_{тол}} \right\rceil,$$

де $T_{p,i}$ – тривалість рейсу i -го виду, хв; $T_{vo,i}$ – тривалість навантаження та вивантаження при виконанні рейсу i -го виду, хв; n_i – кількість рейсів i -го виду; $t_{мто}$ – норма часу на маневрову роботу подачі локомотиво-составів для огляду та ремонту вагонів, хв; $t_{дод,i}$ – тривалість додаткових операцій, хв; $t_{оч,i}$ – тривалість очікування вантажних операцій, хв; $t_{пер}$ – регламентована тривалість перерв на зміну локомотивних бригад, хв; $T_{тол}$ – додаткова до тривалості змін тривалість технічного обслуговування локомотива; k – кількість видів рейсів.

В наведеному виразі значення $T_{p,i}$, $T_{vo,i}$, $t_{мто}$, $t_{пер}$, $t_{дод,i}$, $T_{тол}$ можуть встановлені за нормами, або на підставі технологічних розрахунків. На відміну від параметрів $T_{p,i}$, $T_{vo,i}$, $t_{дод,i}$, які залежать від параметрів окремого рейсу, тривалість очікувань $t_{оч,i}$ залежить від завантаження пунктів вантажної роботи обслуговуванням локомотиво-составів різних рейсів. В сучасних умовах величина простою приймається постійною на підставі результатів аналізу роботи в попередні періоди. Після розрахунку кількості локомотиво-составів здійснюється перевірка отриманого рішення шляхом побудови добових планів-графіків. Недоліком такого підходу є значні витрати часу на отримання рішення. Важливим фактором при цьому є те, що виконання технологічних розрахунків, як правило, пов'язано з прогнозом високого рів-

ня завантаження одного чи декількох елементів транспортної системи, що призводить до суттєвої зміни простоїв. Результатом цього є необхідність перебудови добових планів графіків при збільшеній кількості составів. Для прискорення отримання рішення необхідна розробка аналітичних методів оцінки величини простоїв. При жорсткому закріпленні пунктів вивантаження та пунктів завантаження між собою величина простоїв може бути встановлена на підставі побудови графіків обороту локомотиво-составів. При надходженні на пункт вантажної роботи локомотиво-составів x декількох інших пунктів вантажної роботи величина простоїв може бути визначена методами теорії систем масового обслуговування. При цьому, пункти завантаження, що обслуговуються екскаваторами, а також пункти вивантаження вскриші у відвали можуть розглядатися як одноканальні системи масового обслуговування з очікуванням, що мають постійну тривалість обслуговування та випадковий потік замовлень. Величина простою в очікуванні обслуговування при цьому складає

$$W_q = \frac{t_o^2}{2(\bar{t}_H - t_o)} \left(1 + \frac{\sigma_H^2}{\bar{t}_H^2} \right)$$

де \bar{t}_H – середній інтервал часу між надходженнями локомотиво-составів для виконання вантажних операцій, хв; t_o – тривалість зайняття вантажного фронту обслуговуванням одного состава, хв; σ_H – середнє квадратичне відхилення часу надходження заявок.

Середній інтервал часу між надходженнями локомотиво-составів для виконання вантажних операцій визначається як

$$\bar{t}_H = \frac{1440}{N},$$

де N – планові обсяги надходження локомотиво-составів на пункт вантажної роботи протягом доби.

Використання запропонованого методу дозволяє оцінити величину простоїв в залежності від рівня завантаження пунктів вантажної роботи, забезпечує більш точну оцінку потреби у рухомому складі та зменшує необхідність додаткових витрат часу на перебудову добових планів-графіків при виконанні графічної перевірки роботи залізничного транспорту кар'єрів.

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ТЕРМІНАЛІВ

Компанієць Р. М., Папахов О. Ю.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The significance of intermodal terminals in global supply chains is presented, with focus on terminals connecting maritime and railway transport and at junctions of

railways with different gauge widths. Methods for efficiency improvement through planning, information integration and technological solutions are examined. Key development directions are identified: automation, digitalization and environmental sustainability. The impact of efficient terminal operations on the competitiveness of international transport corridors is emphasized.

Інтермодальні термінали є критично важливими елементами сучасних глобальних ланцюгів постачання, які забезпечують ефективну взаємодію різних видів транспорту. Особливої значимості вони набувають в умовах інтенсифікації міжнародної торгівлі, екологізації перевезень, постійного пошуку методів скорочення логістичних витрат, а разом з тим підвищення якості транспортного сервісу. Значної уваги потребує організація роботи терміналів, на які покладається стикування морського та залізничного транспорту, а також тих, що забезпечують перевантаження інтермодальних транспортних одиниць на залізниці з різною шириною колії. Такі термінали часто обмежують загальну пропускну спроможність транспортних коридорів в цілому.

Ефективна організація роботи інтермодальних терміналів на стику «залізниця-море» ґрунтується на попередньому плануванні роботи та синхронізації операцій з обробки вантажів, що досягається завдяки інтеграції інформаційних потоків через спеціалізовані інформаційні системи, які забезпечують обмін даними в реальному часі між усіма виконавцями термінальної обробки вантажів (адміністрацією порту, судноплавними лініями, залізничними операторами, митницею). Таке планування дозволяє оптимізувати безпосередньо перевантажувальні та тилові операції, що включають раціональне використання спеціалізованих навантажувально-розвантажувальних механізмів, узгоджене подавання та забирання залізничного рухомого складу, а також інтелектуальне управління зоною складування для мінімізації непродуктивних переміщень та прискорення обробки вантажів.

Функціонування інтермодальних терміналів, що обробляють рухомий склад залізниць з різною шириною колії першочергово характеризується необхідністю подолання технологічної несумісності залізничних систем. Використовуються різні технологічні рішення для забезпечення інтермодальних перевезень між такими системами, такі як: перевантаження контейнерів та інших вантажних одиниць між вагонами різних колій; заміна візків вагонів; використання вагонів зі змінною шириною колісних пар. Вибір технології залежить від обсягів перевезень, наявної інфраструктури та економічної доцільності. При високих і стабільних вантажопотоках найбільш ефективним є перевантаження контейнерів між складами різної ширини колії за допомогою спеціалізованих перевантажувальних комплексів. Окрім безпосереднього навантажувально-розвантажувальних робіт, обробка вантажів вимагає й тісної координації та безперебійного інформаційного обміну між різними залізничними адміністраціями, станціями примикання, операторами рухомого складу, експедиторами.

Тому можна виділити декілька перспективних напрямків вдосконалення технології роботи інтермодальних терміналів. По-перше, це невпинна автоматизація та роботизація процесів, використання інноваційних технічних засобів для підвищення продуктивності та безпеки. По-друге, поступова цифровізація та інтеграція інформаційних платформ, де технології Big Data, інтернету речей та штучного інте-

лекту можуть використовуватися для прогнозування, оптимізації ресурсів та створення єдиного інформаційного простору. Окрім того, зростає увага до екологічної стійкості та енергоефективності, що реалізується через перехід на електричне або гібридне обладнання та оптимізацію логістичних маршрутів.

Отже, ефективна організація роботи інтермодальних терміналів на стиках транспортних потоків є одним з вирішальних факторів, які впливають на підвищення конкурентоспроможності міжнародних транспортних коридорів. Це вимагає комплексного підходу, що поєднує технологічні інновації, інтегроване планування, цифровізацію та розвиток інфраструктури. Таким чином, створення «розумних» логістичних хабів, здатних адаптуватися до динамічних змін у глобальних ланцюгах постачання, подальша гармонізація технічних і правових стандартів, а також цілеспрямовані інвестиції в інфраструктуру залишаються важливими напрямками у розвитку міжнародних інтермодальних перевезень.

РОЗПОДІЛ ВАНТАЖНИХ ВАГОНОПОТОКІВ НА РОЗГАЛУЖЕНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Коробйова Р. Г., Прокопа О. І.

Український державний університет науки і технологій

The paper proposes an improved principle for the distribution of freight car flows on the railway network under conditions of limited capacity of individual routes.

Розподіл вагонопотоків на мережі залізниць є одним із етапів розробки плану формування поїздів. В ході вирішення цієї задачі визначаються найбільш економічно ефективні напрямки слідування вагонопотоків, які забезпечують мінімум витрат на проїзд, формування та розформування поїздів. Крім того, для можливих напрямків руху оцінюють час прослідування вагонами ділянок і станцій, витрати палива на виконання маневрової роботи, а також пропускну спроможність ділянок і переробну спроможність станцій. Загальною метою існуючого порядку розподілу вагонопотоків на мережі є виконання замовлень усіх вантажовідправників та досягнення мінімальної собівартості перевезень. Такий підхід до вирішення задачі був створений за часів СРСР. Він відповідав принципам існуючої на той час планової економіки та державної у якій перебували як підприємства-вантажовласники, так і залізничний транспорт. Важливим елементом тієї системи були тарифна система СРСР та принцип фінансування розвитку залізничної мережі. Тарифікація залізничних перевезень здійснювалася за найкоротшими відстанями. Через це фактичні напрямки перевезень вантажів не впливали на витрати вантажовласників. Розвиток залізничної мережі забезпечувало Міністерство транспортного будівництва за рахунок коштів державного бюджету. Через це вирішення проблем з дефіцитом пропускну спроможності окремих здійснювалось державою в плановому порядку.

Після набуття Україною незалежності умови роботи залізничного транспорту змінилися. Разом з загальним падінням обсягів перевезень на мережі з'явилися перевантажені напрямки, обсяги руху якими перевищили обсягу руху за часів СРСР. В таких умовах подальше збереження тарифікації по найкоротшим маршру-

там стало причиною значної різниці між собівартістю перевезень та величиною тарифу. У зв'язку з цим у 1996 році постановою КМУ «Про заходи щодо стабілізації роботи залізниць» був встановлений порядок розрахунку тарифних відстаней за планом формування поїздів. Через обмеження коштів у державному бюджеті України у 2012 році було змінено Закон України «Про залізничний транспорт» і на будівництво і реконструкція магістральних залізничних ліній було дозволено використовувати кошти Укрзалізниці, тобто доходи від перевезень. Через ринкові реформи в Україні виникли підприємства різної форми власності, що мають свої власні цілі. У зв'язку з цим розподіл вагонопотоків на мережі з метою досягнення мінімальних загальних витрат на перевезення втрачає зміст для окремих користувачів транспортних послуг. В нових умовах порядок розподілу вагонопотоків на мережі вимагає зміни. Основним принципом при цьому є рівний доступ вантажовідправників до послуг залізничної мережі загального користування та різна тарифікація при виконанні перевезень поїздом постійного розкладу за більш дешевою ціною, або більш дорогим поїздом, що призначається за потребою. Розподіл пропускної спроможності інфраструктури між поїздами постійного розкладу здійснюється за умовою досягнення мінімальних загальних витрат на перевезення. При цьому тарифні відстані визначаються як середні відстані по варіантним маршрутам між пунктами на мережі. При перевезеннях на напрямках з повністю використаною пропускною спроможністю інфраструктури до тарифів може додаватися інвестиційна складова. Зібрані за рахунок інвестиційної складової тарифу кошти можуть бути використані виключно для розвитку пропускної спроможності цих напрямків. Плата за попередньо замовлене перевезення включає аванс, що покриває витрати на надану нитку графіка. При виконанні перевезень за потребою тарифні відстані визначаються за фактичними маршрутами. Методами, що дозволяють вирішувати такі задачі при є методи дослідження операцій, економіко-математичного моделювання та теорії експлуатації залізниць.

В цілому, виконані дослідження вказують на невідповідність методів, які практично використовуються на залізничному транспорті України для розподілу вагонопотоків, сучасним умовам експлуатації залізничного транспорту. Встановлено наукові методи, що дозволяють удосконалити підходи до вирішення задачі з метою урахування інтересів різних учасників перевізного процесу.

РОЗВИТОК ВЗАЄМОДІЇ ПРОМИСЛОВОГО ТА МАГІСТРАЛЬНОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗА РАХУНОК ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ

Мазуренко О. О., Тігов О. Г.

Український державний університет науки і технологій, Україна

This article explores the current challenges and strategic directions for integrating industrial and mainline railway transport in Ukraine through digital solutions. It highlights the potential of unified logistics platforms to enhance operational efficiency, reduce costs, and align with European transport standards.

Промисловий транспорт України виконує критично важливу функцію у забезпеченні внутрішньої логістики, обслуговуючи виробничі процеси металургійних, хімічних, аграрних і гірничодобувних підприємств. Значна частина цих вантажів в подальшому передається на магістральну залізничну мережу Укрзалізниці. Від якості взаємодії між цими сегментами значною мірою залежить ефективність всієї національної транспортної системи, а також конкурентоспроможність української продукції на світових ринках – особливо в контексті євроінтеграційного курсу країни.

Наразі понад 1200 підприємств в Україні мають власні під'їзні колії загальною протяжністю близько 8500 км. Частка промислового транспорту у загальному вантажообігу залізниць становить близько 35–40 %, що підтверджує його системоутворюючу роль. Однак взаємодія між промисловим і магістральним сегментами залишається фрагментарною, технологічно неоднорідною та економічно неефективною.

Проблеми інтеграції мають багато площин: технологічні – це відмінності у системах диспетчеризації, несумісність інформаційних інтерфейсів, а також відсутність централізованої платформи для обміну даними; економічні – непрозорість тарифоутворення, додаткові витрати через перевалку, дисбаланс інвестицій; організаційні – відсутність єдиного координатора промислових перевезень, складність узгодження графіків, юридичні обмеження у використанні інфраструктури.

Досвід європейських країн пропонує цікаві моделі вирішення подібних проблем. У Німеччині успішно функціонує система "hafenbahn" (портові залізниці), яка забезпечує ефективну взаємодію між портовою інфраструктурою та загальнонаціональною залізницею. Польська концепція "dedicated rail" передбачає створення спеціалізованих ліній для промислових перевезень, а шведська модель "industrial mainline" інтегрує промислові перевезення в загальну систему залізниць.

Окремі підприємства в Україні вже впровадили певні цифрові рішення щодо автоматизованих систем обліку вагонів, платформ транспортно-менеджменту (TMS), електронного документообігу. Так, агрохолдинг МХП використовує власну систему обліку логістики, а ArcelorMittal Кривий Ріг впровадив відстеження вантажів у реальному часі. Проте ці рішення є точковими та не інтегруються з інформаційними системами Укрзалізниці.

Для України найбільш перспективними напрямками розвитку могли б стати: впровадження цифрових платформ координації, що дозволило б оптимізувати процеси взаємодії; стандартизація інтерфейсів між промисловим та магістральним транспортом. Важливим кроком стало б створення координаційної ради промислового транспорту, яка могла б вирішувати питання узгодження роботи різних систем.

З метою узгодження логістичних процесів необхідно розробити уніфіковану транспортно-логістичну платформу, яка забезпечить синхронізацію даних між промисловим і магістральним транспортом. Така платформа повинна відповідати європейським вимогам до електронного обміну інформацією, підтримувати API для взаємодії з внутрішніми системами підприємств, реалізовувати функціонал електронного документообігу з цифровим підписом, а також відстеження вагонів на базі IoT та GPS-технологій.

До ключових функцій платформи мають входити:

- автоматичне формування та узгодження графіків подачі/прибирання вагонів;
- цифровий контроль парку вагонів та локомотивів;
- моніторинг маршруту вантажів у режимі реального часу;
- підтримка електронної накладної в форматах національного та міжнародного зразка;
- аналітика використання рухомого складу;
- доступ підприємств до єдиного логістичного вікна.

Впровадження таких змін дасть змогу досягти наступних результатів:

- скорочення часу простою вагонів;
- зниження логістичних витрат;
- збільшення пропускної спроможності транспортних вузлів;
- підвищення прозорості вантажоперевезень;
- формування інтегрованого національного логістичного ринку;
- прискорення включення України до єдиного транспортного простору ЄС.

У якості висновку слід відзначити, що створення уніфікованої логістичної системи є одним із стратегічних завдань для транспортного сектору України. Цей процес потребує скоординованої участі державних органів, Укрзалізниці, промислових підприємств та розробників програмних продуктів. Без цифрової інтеграції неможливо забезпечити ані оперативність перевезень, ані їх економічну доцільність у нових геополітичних та економічних умовах.

РОЗВИТОК ЗАЛІЗНИЧНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ У КОНТЕКСТІ ПРОЕКТУ МІЖМОР'Я

Мазуренко О. О., Тігов О. Г.

Український державний університет науки і технологій, Україна

This paper explores the development of rail container transportation in Ukraine within the framework of the Intermarium project. The study highlights Ukraine's role in regional connectivity and the importance of private investment and international cooperation for successful implementation.

В умовах зростаючих геополітичних викликів, перебудови логістичних маршрутів і потреби в інтеграції з європейською транспортною мережею, залізничні контейнерні перевезення в Україні набувають стратегічного значення. У цьому контексті концепція Міжмор'я (або Ініціатива Трьох морів), що охоплює країни між Балтійським, Чорним і Адріатичним морями, відкриває нові перспективи для розвитку транзитного потенціалу України. Даний проект передбачає створення ефективної транспортної, енергетичної та цифрової інфраструктури, яка має зміцнити зв'язки між державами Центральної та Східної Європи, а Україна, як держава з ключовим географічним розташуванням, має реальні шанси стати логістичним хабом у цьому просторі.

Одним із ключових напрямів інтеграції в ініціативу Міжмор'я є розвиток контейнерних залізничних перевезень як найбільш універсального та екологічного виду транспортування вантажів. У 2022–2024 роках, незважаючи на військові дії, Україна продемонструвала здатність підтримувати роботу залізничної інфраструктури та адаптувати логістику до нових умов. Це стало передумовою для розширення контейнерного сполучення з країнами ЄС, передусім Польщею, Словаччиною, Угорщиною та Румунією.

Проект Міжмор'я передбачає не тільки транспортну складову, він об'єднує елементи енергетичної, цифрової та безпекової співпраці. З 2016 року в рамках Ініціативи Трьох морів реалізуються транспортні коридори, такі як Via Carpathia, Rail2Sea та Amber Rail Freight Corridor. Участь України у цих проектах може значно посилити її роль як транзитної держави. Українські залізниці здатні забезпечити сполучення між портами Балтійського та Чорного морів, а також вихід на Середземноморський регіон.

Можливі маршрути проходження контейнерних поїздів територією України включають такі напрямки:

1. Коридор Чоп – Львів – Київ – Одеса/Ізмаїл: забезпечує зв'язок між кордоном зі Словаччиною та портами Чорного моря. Має потенціал для інтеграції з проектом Rail2Sea.

2. Коридор Ягодин – Ковель – Київ – Харків – Куп'янськ: транзитний шлях зі західного кордону до Сходу України, що може стати частиною внутрішнього перерозподілу вантажопотоків або вивозу вантажів до прикордонних терміналів.

3. Маршрут Мостиська – Львів – Тернопіль – Вінниця – Умань – Одеса: альтернативний напрямок для вантажів з Польщі до чорноморських портів.

4. Ізмаїл – Рені – Галац (Румунія): залізнично-морський маршрут для обслуговування вантажів Дунайського регіону.

У межах розвитку логістичної інфраструктури для контейнерних перевезень в Україні необхідно вирішити низку технічних та організаційних завдань. Передусім йдеться про модернізацію прикордонних переходів, де сьогодні зберігається вузьке місце через різну ширину колії, нестачу терміналів і логістичних хабів. Створення та розширення мультимодальних терміналів на стиках з країнами ЄС, зокрема в Мостиськах, Ужгороді, Чопі, Вадул-Сіреті, дозволить прискорити обробку контейнерів і зменшити простой на кордонах.

Важливим аспектом є участь приватного сектору у розвитку контейнерної інфраструктури. Залучення інвестицій у термінальні комплекси, логістичні парки та інноваційні сервіси сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українських перевізників.

Окремої уваги заслуговує розвиток контейнерних перевезень в рамках залізнично-портової логістики. Порти Ізмаїл, Рені, Одеса, Чорноморськ мають потенціал стати головними точками концентрації вантажів у південному напрямку. У зв'язку з обмеженням роботи морських портів через війну, залізнична доставка контейнерів стала ключовим каналом експорту та імпорту, що підвищує актуальність розвитку цієї ланки інфраструктури.

Таким чином, розвиток залізничних контейнерних перевезень в Україні у межах проекту Міжмор'я є перспективним напрямом, що дозволить зміцнити тран-

спортну стійкість країни, забезпечити її інтеграцію до європейських логістичних мереж і підвищити транзитну привабливість. Для реалізації цього потенціалу потрібна узгоджена політика держави, інвестиції в інфраструктуру, цифровізація процесів та активна участь України в ініціативах країн-членів Міжмор'я.

АВТОМАТИЗАЦІЯ КАМЕРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Малашкін В. В., Березовий М. І.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The report presents a method for the automated determination of reliable parameters of curved track sections based on geodetic survey data, which is used in the development of technical passport drawings for railway sidings in the AutoCAD environment. The results of experiments confirming the effectiveness of the method are provided.

Оцінка параметрів колійного розвитку залізничних станцій, головних, з'єднувальних та інших колій магістрального і промислового транспорту, зокрема визначення радіусів кривих існуючих колій, залишається актуальною задачею. Значення параметрів залізничних колій, таких як радіуси кривих, довжини перехідних кривих за їх наявності, профіль колій та радіуси вертикальних кривих впливають на умови організації руху і являються визначальними при встановленні вагових норм, швидкостей руху, норм закріплення рухомого складу, а у деяких випадках на під'їзних коліях – і типу рухомого складу, дозволеного для пересування коліями за умовами вписування. При цьому виникає задача прискорення процесу та підвищення точності визначення радіусів існуючих кругових, довжини перехідних кривих, точок початку та кінця кривих.

Під час розробки технічних паспортів під'їзних колій промислових підприємств, а також підготовки планів головних колій на перегонах та станційних колій магістрального залізничного транспорту, на першому етапі застосовується геодезична зйомка колійного розвитку об'єктів, що підлягають паспортизації. При цьому якомога більш точне встановлення радіусів кривих ділянок колій з одного боку є достатньо трудомісткою задачею, з іншого боку наявність кривих з перемінним радіусом ускладнює її вирішення і може призводити до отримання невірних результатів. На практиці криві ділянки, що на своєму протязі мають відрізки з кривизною, що різняться на понад 20 м, розбивають на кілька кривих різних радіусів, у цьому випадку з однорадіусної крива стає багаторадіусною, або складовою. У випадку якщо в межах однієї кривої ділянки радіуси суміжних відрізків відрізняються несуттєво – до 15 м, то розраховується радіус кривої, який би мінімально відрізнявся від радіусів суміжних відрізків.

При розробці технічних паспортів залізничних колій промислових підприємств суттєву роль відіграє точність виконання геодезичної зйомки, яку забезпечують сучасні вимірвальні прилади, такі як тахеометри та прилади позиціонуван-

ня обладнані модулями GPS. Особливу увагу при цьому приділяють зйомці кривих ділянок залізничних колій, зйомку яких виконують із кроком 15...20 м. Якщо ж крива має значний радіус, то інженер-геодезист, користуючись власним досвідом, може прийняти рішення збільшити крок між контрольними точками до 40...50 м для економії часу вимірювальних робіт.

Результати геодезичної зйомки залізничних колій подаються у форматі креслень AutoCAD, які мають необхідну інформацію про топологію усіх елементів залізничної інфраструктури у просторі, що використовується для формування плану, поздовжнього та поперечного профілів, які відповідають вимогам діючих нормативних документів. Осі залізничних колій у кресленні AutoCAD представлені полілініями, які складаються лише з прямолінійних відрізків. Суміжні відрізки мають спільну вершину і розташовуються під різними кутами один до одного. Границі кривих ділянок колій визначаються візуально особою, що виконує камеральну обробку результатів геодезичної зйомки (далі – ОВК).

При формуванні планів колійного розвитку значний час витрачається на підбір параметрів кривих, які поєднують прямі ділянки колій. Складність процедури полягає у визначенні такого значення радіуса, щоб крива найточніше апроксимувала фрагмент полілінії, що представляє криволінійну ділянку залізничної колії. На вибір достовірного значення радіуса кривої ОВК може витрачати значний час навіть при використанні інтерактивного функціоналу системи автоматизованого проектування AutoCAD.

Для прискорення визначення параметрів кривих і підвищення достовірності розрахунків розроблено відповідний метод, що включає кілька етапів. На початковому етапі ОВК візуально оцінює положення криволінійної ділянки уздовж полілінії, визначаючи при цьому граничні відрізки, що відповідають прямим ділянкам колії, між якими буде розташована крива. Наступний етап передбачає процедуру визначення достовірного значення радіуса кривої, який би забезпечив мінімальну сумарну відстань від проміжних точок (вершин полілінії) до осі колії, що включається в креслення. Даний крок не передбачає участі у ньому людини, тому виконується автоматично засобами AutoCAD. На заключному етапі особі, що виконує камеральну обробку, надаються результати розрахунків, які вона може при необхідності відкоригувати і застосувати при формуванні кругової кривої на кресленні. Запропонована методика розрахунку оптимального значення радіуса кривої, що сполучає задані відрізки, реалізована у вигляді інтерактивного модуля до системи автоматизованого проектування AutoCAD з використанням мови AutoLISP.

Аналіз тривалості часу оформлення креслень показав, що ОВК витрачає на підбір параметрів однієї криволінійної ділянки колії в середньому 238 с. Дослідження конструкції колійного розвитку під'їзних колій промислових підприємств під час їх технічної паспортизації показало, що у розгорнутій довжині колій від 5 до 55 % займають криволінійні ділянки. Встановлено, що на 1 км розгорнутої довжини колії приходить в середньому 8-9 кривих ділянок колій загальною довжиною 356,62 м. У такому випадку тривалість камеральної обробки лише кривих ділянок колій, що приходяться на 1 км розгорнутої довжини, становить в середньому 35 хв. Це значні витрати часу, які суттєво знижують продуктивність ОВК.

Використання автоматизованого підходу до визначення параметрів кривих

та їх камеральної обробки значно скорочує час на виконання даної процедури. Так, обробка однієї кривої ділянки колії займає не більше 30 с, а у перерахунку на 1 км розгорнутої довжини колій – в середньому 4,5 хв. Також, виконані експерименти показують, що лише у 4 % випадків автоматизованого проектування кривих ділянок колій ОВК коригує параметри кривих, визначені автоматично.

Таким чином, отримані результати доводять ефективність використання запропонованого методу автоматизованого визначення достовірних параметрів кривих ділянок колій.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИМІРЮВАННЯ СИГНАЛІВ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ НА СТАНЦІЯХ

Маловічко В. В., Маловічко Н. В., Маловічко К. В., Рибалка Р. В.

Український державний університет науки і технологій, Україна

Automation of the measurement process of automatic locomotive signaling signals at stations

Промислові підприємства України при перевезенні вантажів в великих об'ємах в першу чергу зазвичай користуються послугами залізничного транспорту. При цьому оперативність доставки вантажу є однією з пріоритетних вимог до залізниці, оскільки від цього дуже часто напряму залежать технологічні процеси підприємств. Вантажні поїзди, які виконують перевезення вантажів при русі по маршруту слідування, виконують зупинки лише на запланованих станціях, а будь-яка затримка поїзда при прослідуванні малих станцій, де зупинка не передбачена, призводить до спотворення графіку руху поїзда і може викликати затримки в доставці вантажу. При проїзді по залізничній станції без зупинки машиніст поїзда в першу чергу користується показаннями локомотивного світлофора, який працює завдяки отриманню сигналів від системи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС). В зв'язку з цим надійна та стабільна робота системи АЛС є важливою складовою роботи транспортного комплексу і підвищення ефективності її роботи є актуальною задачею.

На сьогоднішній день в Україні найбільш розповсюджена система автоматичної локомотивної сигналізації безперервної дії (АЛСН), де сигнали про вільність та зайнятість ділянок попереду поїзда на рухомий склад передаються за допомогою імпульсних повідомлень, що транслюються по рейкових нитках. Дана система є морально та фізично застарілою, має малу кількість інформаційних посилок та невисоку завадостійкість. Найбільше відмов системи АЛСН відбувається саме на станціях, через ускладнення проходу струму АЛС по стрілочних переводах та через коротку довжину рейкових кіл.

Перевірка правильності функціонування системи АЛСН на станції відбувається у відповідності з технологічним процесом обслуговування регламентованим СТП 13-007:2020. Згідно даного документу вимірювання часових та амплітудних значень імпульсів сигналів АЛСН виконується з невеликою періодичністю вагоном-лабораторією, а також обслуговуючим персоналом за яким закріплена дана

станція. Під час перевірок електромеханіки повинні визначити величину струму АЛСН за допомогою перетворювача струму А9-1 і в залежності від виду тяги перевірити чи дана величина не нижча допустимого рівня. При вимірюванні часових параметрів персонал користується вимірником часових параметрів (імпульсів та інтервалів) кодів АЛС, де результати виводяться у вигляді значень в мілісекундах. Такі вимірювання не дозволяють проводити аналіз змін параметрів імпульсів АЛСН з плином часу та прогнозувати ймовірні відмови в майбутньому.

Авторами розроблено цифровий вимірювальний пристрій, який може поєднувати вимірювання як величини струму, так і часових параметрів кодів АЛСН з можливістю їх зберігання та передачі на комп'ютер для подальшого аналізу. Прийом та оцифрування сигналів в спроектованому пристрої відбувається за рахунок вхідної тиристорної схеми керування з блоком узгодження та аналого-цифрового перетворювача (АЦП) послідовного наближення 12 розрядного з частотою дискретизації 1МГц. Використання АЦП з такими характеристиками дозволяє виконати декілька сотень вимірів для кожного імпульсу та паузи кодової послідовності АЛСН, які мають тривалість декілька десятих секунди. Оцифровані результати зберігаються в пам'яті пристрою та передаються на комп'ютер при його підключенні до usb порту.

Застосування запропонованого цифрового приладу для вимірювання кодів АЛСН на станції має два позитивних моменти. По перше, зменшується час вимірів оскільки немає необхідності окремими приладами вимірювати часові та амплітудні параметри коду і покращується результат вимірювання, через те, що фіксація величин відбувається автоматично у відповідну форму, без участі людини і, як наслідок, виключається людський фактор. По друге, результати вимірювань вивантажуються в комп'ютер де проходять автоматичну обробку та подальший аналіз без участі людини. За допомогою середовища розробки програмного забезпечення Microsoft Visual Studio авторами розроблена програма порівняння масивів даних вимірюваних сигналів АЛСН та «ідеальних» кодових комбінацій, які згенеровані та зберігаються в пам'яті комп'ютера. Дана програма дозволяє порівнювати дані з автоматичною фіксацією результатів та видачею рекомендацій електромеханіку щодо регулювання при не відповідності виміряних сигналів з нормами та допусками. Також використання даної програми дозволяють прогнозувати виникнення відмови при її послідовному розвитку шляхом порівняння результатів вимірів за певний період. Це дозволить ліквідувати частину відмов системи АЛСН ще до їх виникнення і тим самим запобігти затримці поїзда.

Використання запропонованого пристрою та розробленого програмного забезпечення значно спростить процес перевірки сигналів АЛСН на станції ще й в аспекті відсутності необхідності при оцінці результатів прив'язуватись до типу кодового трансмітера та роду тяги поїздів, оскільки це враховуватиметься автоматично. При доопрацюванні програмного забезпечення завдяки отриманим результатам вимірів є можливість в подальшому автоматично проводити аналіз спектру завад, які присутні в рейковій лінії, що дасть змогу оцінювати можливість її використання в якості каналу передачі даних при впровадженні нових, більш досконалих систем АЛС.

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ У СТРУКТУРУ УТРИМАННЯ ЛОКОМОТИВІВ ПРОМИСЛОВОГО ТРАНСПОРТУ

Очкасов О. Б.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The implementation of technical diagnostics systems in the maintenance practices of industrial railway locomotive fleets is examined. The drawbacks of the traditional time-based preventive maintenance approach are substantiated, and the advantages of transitioning to condition-based maintenance (CBM) and predictive maintenance (PdM) are outlined. The application of modern portable and stationary diagnostic tools for monitoring key locomotive condition parameters is considered. Emphasis is placed on the importance of establishing a unified technical condition information database to enable maintenance prioritization, reduce failure risks, and ensure interoperability with the mainline railway infrastructure. The potential of artificial intelligence for analyzing diagnostic data and forecasting residual service life is also highlighted.

Забезпечення технічної справності локомотивного парку промислового транспорту є ключовою умовою стабільного функціонування технологічних процесів на підприємствах. Традиційна система утримання локомотивів, побудована на основі планово-попереджувального обслуговування, має обмежені можливості щодо врахування фактичного технічного стану. Це призводить до нерівномірного використання ресурсу, зростання витрат на обслуговування та підвищення імовірності позапланових відмов.

Підвищити ефективність системи утримання можна шляхом впровадження технологій технічного діагностування, які дозволяють виявляти потенційні несправності на ранніх етапах деградації та оптимізувати обсяги ремонтного втручання. Діагностування в цьому контексті розглядається не як допоміжний процес, а як складова частина системи утримання — інструмент, що визначає доцільність і терміни виконання технічного обслуговування.

Використання діагностичних засобів на промисловому залізничному транспорті включає як портативні, так і стаціонарні рішення. Сучасні комплекси дозволяють здійснювати моніторинг таких параметрів, як температура буксових вузлів, геометрія колісних пар, а також характеристики силової установки.

Впровадження таких систем надає можливість поступового переходу до концепції обслуговування за фактичним технічним станом (CBM). При цьому діагностичні дані використовуються для ухвалення рішення про необхідність виконання ТОіР, що дозволяє відмовитись від надлишкових регламентних робіт і зосередити ресурси на вузлах із найвищим рівнем ризику відмови.

Інтеграція діагностування в систему утримання передбачає створення єдиної інформаційної бази, що акумулює дані про стан кожної одиниці локомотивного парку. Ці дані можуть бути використані для формування карти технічного стану, на основі якої проводиться пріоритетизація обслуговування. В умовах промислових підприємств, де локомотиви працюють у складних технологічних умовах і мають

обмежений доступ до спеціалізованих депо, така система дозволяє істотно підвищити технічну готовність рухомого складу.

З огляду на те, що значна частина промислового рухомого складу здійснює вихід на інфраструктуру АТ «Укрзалізниця», технічна справність локомотивів стає критичним фактором для забезпечення взаємодії з магістральним транспортом. Відповідно до чинного нормативного поля, допуск рухомого складу до експлуатації на загальній мережі залізниць вимагає проходження сертифікації технічного стану та відповідності експлуатаційним вимогам, передбаченим Правилами технічної експлуатації.

У цьому контексті інтеграція систем діагностування у процес утримання промислових локомотивів відіграє ключову роль не лише з точки зору внутрішньої експлуатаційної ефективності, а й як необхідна умова для своєчасного технічного контролю, підтвердження технічної готовності та успішного проходження перевірок з боку УЗ.

Крім того, при організації обслуговування локомотивного парку, що експлуатується в зоні взаємодії з магістральною інфраструктурою, виникає потреба у сервісній координації між промисловими підприємствами та сервісними структурами УЗ чи сторонніх організацій, які мають ліцензію на виконання ремонтів відповідного рівня. Це вимагає побудови єдиної технічної політики, що базується на об'єктивних даних діагностування і забезпечує прозорість у процесі обслуговування, а також зниження ризиків непланових простоїв на магістральних дільницях.

Ключовою перевагою впровадження діагностичних систем є підвищення керованості ремонтного процесу. Наявність об'єктивної інформації про технічний стан дозволяє здійснювати обґрунтоване планування ремонтів, знижувати вплив людського фактору при прийнятті рішень та забезпечувати прозорість у витратах на технічне обслуговування.

Окрему увагу слід приділити перспективам застосування засобів штучного інтелекту (AI) у системах технічного діагностування. Алгоритми машинного навчання можуть використовуватись для обробки масивів даних, виявлення закономірностей деградації компонентів та побудови моделей прогнозування залишкового ресурсу. Це відкриває можливість переходу до концепції прогнозного обслуговування (PdM), що базується на передбаченні моменту виникнення відмови.

Таким чином, технічне діагностування повинно розглядатись не як допоміжний інструмент, а як невід'ємна частина адаптивної системи утримання локомотивів. Його інтеграція в експлуатаційну практику промислового залізничного транспорту дозволяє перейти до більш гнучкої, ефективної та ризик-орієнтованої моделі управління технічним станом тягового рухомого складу, що також створює передумови для надійної взаємодії з магістральним транспортом.

ВПРОВАДЖЕННЯ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Очкасов О. Б., Жовніренко О. С.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The study investigates the possibility of applying the IEC/ISO 31010:2009 standard in the locomotive industry to improve the locomotive maintenance system through the use of risk assessment methods of various origins.

У сучасних умовах експлуатації залізничного рухомого складу, зокрема локомотивів, питання забезпечення ефективного контролю технічного стану тягового складу набуває особливої актуальності. З огляду на складні умови експлуатації, обмежені ресурси на ремонт і обслуговування, локомотиви стають об'єктами підвищеного ризику, де навіть одна відмова окремої системи або вузла може мати серйозні наслідки. Такі відмови здатні призвести до аварійних ситуацій, порушень графіків руху, незапланованих простоїв, що, у свою чергу, знижує ефективність перевізного процесу та збільшує витрати на відновлювальні роботи.

Впровадження сучасних підходів до управління ризиками, зокрема застосування методів оцінки ризиків відповідно до міжнародного стандарту IEC/ISO 31010:2009, відкриває нові можливості для підвищення надійності та безпеки експлуатації локомотивного парку. Цей стандарт пропонує широкий арсенал інструментів, які дають змогу системно аналізувати технічні, технологічні, організаційні та людські фактори ризику, оцінювати їх вплив на функціонування тягового рухомого складу, а також формувати ефективні стратегії технічного утримання.

У рамках дослідження розглядалися можливості застосування таких методів, як FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), FTA (Fault Tree Analysis), HAZOP (Hazard and Operability Study) та Delphi (Delphi Method), для оцінювання ризиків у ключових системах локомотивного господарства. Особливий акцент зроблено на інтеграції результатів ризик-аналізу в систему планово-попереджувального обслуговування, що дозволяє оптимізувати технічне утримання, зменшити витрати, скоротити кількість аварійних ситуацій і, як наслідок, підвищити загальну експлуатаційну готовність локомотивного парку.

Метод FMEA дозволяє виявляти можливі сценарії відмов у вузлах та агрегатах локомотива, визначати їхню ймовірність і потенційний вплив на безпеку руху, а також розставляти пріоритети для технічного втручання.

Метод FTA допомагає будувати дерево причинно-наслідкових зв'язків, що дозволяє глибше зрозуміти структуру потенційних ризиків і розробити заходи для їх мінімізації.

Метод HAZOP спрямований на ідентифікацію відхилень у процесах, системах чи процедурах, що можуть призвести до небажаних подій,

Метод Delphi забезпечує формування узгоджених експертних оцінок у випадках, коли кількісних даних недостатньо.

Впровадження ризик-орієнтованого підходу до технічного утримання локомотивів має на меті перехід від традиційної, регламентованої планово-попереджувальної моделі обслуговування до гнучкої, адаптивної системи, заснова-

ної на фактичному технічному стані агрегатів. Такий підхід дозволяє значно підвищити рівень безпеки, надійності та ефективності експлуатації рухомого складу, одночасно забезпечуючи раціональне використання ресурсів та мінімізацію експлуатаційних витрат. У підсумку, застосування міжнародних стандартів управління ризиками стає важливим інструментом модернізації локомотивного господарства, що відповідає сучасним вимогам до безпеки та ефективності залізничних перевезень.

АНАЛІЗ ІНДИКАТОРНИХ ДІАГРАМ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Очкасов О. Б., Студенко О. І.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The paper examines current problems and prospects for the development of indicator chart analysis methods. The main trends and practical solutions for analyzing indicator charts are analyzed. Conclusions and promising research directions are presented.

Розвиток транспортної галузі вимагає удосконалення підходів до організації системи утримання рухомого складу. Однією з задач, яку необхідно для цього вирішити є удосконалення методів діагностики технічного стану силових агрегатів, що дозволяє забезпечити своєчасне виявлення несправностей, оптимізацію режимів роботи та зниження витрат на експлуатацію. Перехід від планово – попереджувальної системи обслуговування до обслуговування локомотивів за фактичним технічним станом дозволить своєчасно виконувати обслуговування та запобігати серйозним поломкам. Але такий перехід вимагає впровадження сучасних інтелектуальних моніторингових систем, призначених для контролю функціонування складних технічних об'єктів.

Завдання, поставлене практикою експлуатації дизелів, полягає в необхідності підтримки його працездатного стану протягом усього періоду експлуатації. Тому повстає питання розробки та вдосконалення вже існуючих методів визначення основних параметрів робочого процесу дизеля, що дозволяють здійснювати ефективне діагностування технічного стану без впровадження систем діагностування високої вартості.

Для визначення основних параметрів робочого процесу дизеля частіше за все використовують аналіз індикаторних діаграм, які були отримані під час експлуатації. Індикаторні діаграми відображають зміну тиску в циліндрі залежно від кута повороту колінчастого валу та є ключовою характеристикою робочого циклу двигуна. Основна цінність таких діаграм полягає в їхній здатності наочно демонструвати реальні фізичні процеси всередині дизеля без додаткових розрахунків. А завдяки комп'ютерному та математичному моделюванню можна детальніше аналізувати процеси, які відбуваються в циліндрі двигуна під час робочого циклу.

Оскільки умови формування паливо-повітряної суміші, ступінь її згоряння та інші чинники постійно змінюються, миттєві значення тиску можуть значно відрізнитися від середніх значень.

нятися. Це ускладнює аналіз характеристик двигуна, тому для їх достовірного аналізу потрібно застосовувати різні методи аналізу. Наприклад застосовується метод усереднення даних для отримання більш репрезентативної індикаторної діаграми. Або метод аналізу послідовних робочих циклів двигуна з використанням сигналів датчика повороту колінчастого валу. Це дозволяє компенсувати вплив нерівномірності обертання та отримати усереднені значення тиску для кожного кута повороту валу.

Проте різні методи аналізу індикаторних діаграм мають спільну мету – підвищення точності оцінки технічного стану двигуна шляхом аналізу параметрів робочого процесу. Тому можна стверджувати що майбутні дослідження повинні бути спрямовані на підвищення точності та оперативності обробки індикаторних діаграм, що дозволить створити ефективні системи прогнозування технічного стану дизеля тепловоза. Впровадження удосконалених методів аналізу індикаторних діаграм одночасно з удосконаленням технічних засобів діагностування, здатних працювати у складних умовах експлуатації без значного зносу та втрати точності, забезпечать більш високу роздільну здатність вимірювань та зменшення похибок при зборі даних у реальному часі. А використання штучного інтелекту та методів машинного навчання дозволять розробити нові алгоритми обробки даних, які дозволять не лише швидше і точніше ідентифікувати відхилення у роботі дизеля, а й прогнозувати можливі несправності задовго до їх виникнення.

ВЗАЄМОДІЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ З ПРОМИСЛОВИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Папахов О. Ю., Компанієць Р. М.

Український державний університет науки і технологій, Україна

Industrial transport is the most important component in the country's transport infrastructure. In the current conditions of economic and railway transport development, a number of problems arise that require analysis and solution. The technology of interaction between railway stations and industrial enterprises is a complex process, the implementation of which requires taking into account many factors and conditions.

Ефективна транспортна інфраструктура є ключовим елементом процвітання будь-якої держави. До неї входять залізничний, авіаційний, автомобільний, трубопровідний, річковий і морський транспорт. Залізнична мережа відіграє провідну роль, забезпечуючи стабільне перевезення великих обсягів вантажів, підтримуючи безперебійну роботу промислових підприємств і комфортне життя населення в різних регіонах країни.

Промисловий транспорт відіграє ключову роль у транспортній системі країни, забезпечуючи стабільність, конкурентоспроможність економічних суб'єктів, розвиток міжрегіональних зв'язків та зростання економіки. Такі підприємства зазвичай володіють власними локомотивами, залізничними коліями, а подекуди й парком вагонів. Співпраця між залізничними станціями та промисловими транспортними підприємствами є критично важливою для ефективного функціонування

залізничної інфраструктури, що безпосередньо впливає на продуктивність усієї транспортної галузі.

Поточний рівень транспортного забезпечення не повністю відповідає потребам учасників перевізного процесу. У контексті сучасного розвитку економіки та залізничного транспорту з'являються численні виклики, які потребують детального аналізу та вирішення. Незважаючи на наявність резерву рухомого складу, промислові підприємства стикаються з виробничими збитками через затримки в транспортному обслуговуванні. Основними причинами цих проблем є неефективні простой вагонів як на коліях загального, так і на коліях незагального користування.

Технологія координації роботи залізничних станцій із підприємствами промислового транспорту є складним процесом, що вимагає врахування численних, часто суперечливих факторів і умов. Цей процес має бути організований так, щоб забезпечити оптимальні умови функціонування вантажних фронтів, досягнувши максимальної ефективності навантаження або вивантаження.

Для підвищення ефективності організації необхідно:

- оптимізація технологічних процесів обробки місцевих вагонів;
- встановлення оптимальних часових інтервалів для подачі та прибирання вагонів;
- впровадження сучасних автоматизованих систем для виконання вантажних операцій;
- забезпечення оперативного інформування, планування та координації роботи працівників станції та шляхів незагального користування.

Однією з ключових проблем співпраці залізничних станцій із шляхами незагального користування є їхня обмежена здатність обробляти вантажі. Ці шляхи, що перебувають у власності приватних компаній, часто стикаються з фінансовими обмеженнями, оскільки підприємства прагнуть максимізувати прибуток. Це нерідко призводить до зниження ефективності роботи. Для скорочення витрат багато компаній зменшують штат працівників або кількість техніки. Однак у процесі транспортування можуть виникати ситуації, коли добовий вантажопотік зростає в рази, що спричиняє перевантаження як обладнання, так і персоналу.

Серед проблем, які потребують уваги, варто виділити складнощі у взаємодії між шляхами незагального користування та залізничними станціями. Місце стикування промислового та залізничного транспорту є слабкою ланкою транспортної інфраструктури. Оскільки об'єкти належать різним власникам, виникають труднощі у досягненні взаєморозуміння та розбіжності у визначенні пріоритетів транспортного процесу. Як наслідок, зростають простой вагонів, збільшуються пробіги, підвищується споживання палива, а також ускладнюється процес перевантаження.

Питання взаємодії залізничних станцій із шляхами незагального користування залишаються важливими та потребують детального аналізу й комплексного підходу до їх вирішення. Підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту є ключовим завданням для всіх учасників транспортного процесу. Одним із шляхів вирішення цих питань є вдосконалення та оптимізація інфраструктури залізниць. Збільшення пропускної здатності станцій і шляхів незагального користування сприятиме кращій організації руху поїздів і допоможе уникнути затримок. Крім того, впровадження централізованого управління залізничним рухом із засто-

суванням сучасних інформаційних систем забезпечить більш точне планування та координацію взаємодії станцій із промисловим залізничним транспортом.

ОСНОВА ВЗАЄМОВІДНОСИН ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА З МАГІСТРАЛЬНИМ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Папахов О. Ю.¹, Сергієнко М. І.¹, Сарбаєв С. Ш.²

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна

2 – Інститут «Логістика та управління», Алма-Ати, Казахстан

To successfully complete cargo transportation tasks, it is necessary to plan transportation volumes at least a month in advance. This requires improving the mechanisms for cooperation between railway companies with shippers and consignees.

У разі ринкової економіки має місце зміна основних принципів взаємовідносин між відправниками вантажів з одного боку та органами управління залізничним транспортом з іншого.

Основою взаємовідносин промислового підприємства з магістральним залізничним транспортом є заявка на перевезення, що подається не менше ніж за 10 днів до початку перевезень вантажів у прямому залізничному сполученні та не менше ніж за 15 днів до початку перевезень вантажів, що прямують на експорт та у прямому змішаному сполученні. Статут залізниць України також передбачає можливість укладання довгострокових договорів на перевезення.

Стабільний потік заявок на транспортування більшості вантажів кардинально трансформував підходи до вирішення завдань, пов'язаних із наданням послуг вантажовідправникам і вантажоодержувачам:

- створення консолідованого плану перевезень із визначенням потреб у всіх типах транспортних ресурсів;

- формування вихідних даних для координації перевезень, що здійснюються за участю інших видів транспорту та міжнародних залізничних операторів;

- встановлення базових параметрів для розробки місячних технічних стандартів роботи залізниць, без яких неможливо ефективно управляти вагонними парками та забезпечувати своєчасну подачу вагонів для завантаження;

- розроблення нових підходів до технічного нормування експлуатаційної роботи;

- вирішення фінансово-економічних питань галузі з урахуванням платоспроможного попиту вантажовідправників на транспортні послуги для забезпечення належного рівня транспортних ресурсів.

Для успішного виконання завдань із перевезення вантажів необхідно заздалегідь планувати обсяги перевезень щонайменше на місяць. Це вимагає вдосконалення механізмів співпраці залізничних компаній із вантажовідправниками та вантажоодержувачами. Для цього, враховуючи законодавчі вимоги до подання заявок та укладання довгострокових угод на перевезення, слід забезпечити:

- застосування статистичних і маркетингових підходів для аналізу та прогнозування вантажопотоків;

- прискорення обробки заявок на перевезення шляхом автоматизації ключових процесів взаємодії з вантажовідправниками, що дозволить оперативно визначати їхні потреби у рухомому складі;
- оцінку платоспроможного попиту на транспортні послуги;
- перегляд підходів до формування місячних планів експлуатаційної діяльності, щоб гарантувати забезпечення рухомих складом усіх прийнятих заявок відправників;
- впровадження системи моніторингу якості наданих транспортних послуг.

Ці заходи сприятимуть підвищенню ефективності та надійності вантажних перевезень.

Тільки комплексне вирішення цих питань дозволить створити на залізничному транспорті необхідні умови для якісного обслуговування споживачів транспортних послуг та зміцнити становище залізниць на конкурентному транспортному ринку.

Відповідно, основною метою дослідження повинна бути розробка сучасних методів організації взаємодії залізниць з відправниками вантажу та вантажоодержувачами, спрямованих на створення умов для якісного виконання транспортних послуг.

УКРАЇНСЬКІ ЗАЛІЗНИЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Прокопа О. І., Вернигора Р. В., Корнієнко А. В.

Український державний університет науки і технологій

The report analyzes the problems of the functioning of the Ukrainian railway system under martial law, and also presents the dynamics of the main operational indicators of the railways.

Повномасштабне вторгнення росії на територію України у лютому 2022 р. докорінним чином змінило життя в нашій державі, вплинувши на усі сфери економічної діяльності, зокрема і транспортний сектор. Суттєві зміни в умовах функціонування прийшлося зазнати і системі залізничних перевезень. Разом з тим, залізничний транспорт залишив за собою роль основного перевізника вантажів, при чому як цивільного, так з 2022 р. і оборонного призначення.

На початку повномасштабної російської агресії – у березні-квітні 2022 р. – саме залізниці забезпечили основні евакуаційні потоки – в цілому протягом 2022 р. до західних областей України було евакуйовано 4 млн осіб, а ще 600 тис. осіб евакуйовано за кордон (переважно до країн ЄС). Варто зазначити, що у перші дні війни поїздами АТ «Укрзалізниця» щодня в евакуацію транспортувалось до 200 тис. осіб. До основних проблем, які суттєвим чином вплинули на роботу українських залізниць в наслідок російської агресії можна віднести:

1) втрата, руйнування та пошкодження основних інфраструктурних об'єктів як на тимчасово окупованих росією, так і на підконтрольних Україні територіях. Так, тільки прямі втрати внаслідок руйнувань та пошкоджень складають близько 5 млрд. USD, пошкоджено сотні кілометрів залізничних колій, десятки станцій та во-

кзалів, втрачено на тимчасово окупованих територіях локомотивні та вагонні депо та цілий ряд важливих залізничних станцій (Мелітополь, Маріуполь, Бердянськ, Волноваха тощо).

2) загальне падіння української економіки: так у 2022 р. ВВП у порівнянні з 2021 р. зменшився майже на 20% до рівня 162 млрд. USD. Окупація великих промислових центрів призвела до втрати значних вантажопотоків та до порушення усталених логістичних маршрутів.

3) блокування росією морських портів чорноморського регіону призвело до переорієнтації значної частини експортних вантажопотоків у напрямку західних пунктів пропуску, пропускна здатність яких виявилась не готовою до суттєво збільшених обсягів перевезень; це спричинило значні затори та простой рухомого складу на підходах до кордону у 2022 р.

Окрім того, і довоєнні проблеми залізниць з 2022 р. тільки загострились: дефіцит локомотивного парку, зношеність основних фондів, відтік кадрів, забюрократизованість процедур оформлення перевезень тощо. Всі вказані чинники призвели до суттєвого погіршення показників функціонування української залізничної системи у період 2022...2024 р.р. Тільки у 2024...2025 р.р. завдяки цілому комплексу стабілізаційних заходів та загальному відновленню української економіки Укрзалізниця почала поступово покращувати показники своєї роботи.

Так, загальні обсяги вантажних перевезень у 2022 р. склали всього 150,6 млн. т (-52% до рівня 2021 р. – 314 млн. т.), у 2023 р. цей показник скоротився до рівня 148 млн. т., натомість у 2024 р. виріс до 175 млн. т. Середньодобове навантаження у 2022 р. (389 тис. т.) у порівнянні з 2021 р. (805 тис. т.) скоротилось на 51%, а у 2023 р. зменшилось до 383 тис. т., щоправда у 2024 р. зросло до рівня 447 тис. т. У період 2022...2024 р.р. зросла частка експортних залізничних перевезень: з 35,8% у 2021 р. до 48,4% у 2024 р., натомість частка імпорتنних перевезень зменшилась з 12,9% до 5,5%, а внутрішніх – майже не змінилась – 47,5% у 2021 р та 45,9% у 2024 р. відповідно.

Якщо оцінювати показники використання вантажних вагонів, робочий парк яких скоротився з 83 тис. од. у 2021 р. до 57 тис. од. у 2024 р. (-31%), то ці показники у 2022...2023 р.р. також погіршились: так обіг вагона у 2022 р. склав 14,2 діб (у 2021 р. – 7,7 діб) а у 2023 р. – 11,3 діб; хоча у 2024 р. цей ключовий показник покращився до рівня 9,6 діб. Аналогічні тенденції демонструє середньодобова продуктивність вантажного вагону (т-км нетто): 2021 р. – 4604, 2022 р. – 2837 (-8%), 2023 р. – 3456, 2024 р. – 4221. Простій під однією вантажною операцією у 2022 р. досягнув значення 35 год (у 2021р. – 24,9 год.).

Експлуатований парк вантажних локомотивів з 2021 р. до 2024 р. скоротився з 1204 до 1147 од. (інвентарний при цьому практично не змінився – близько 3,5 тис. од). Разом з тим, середньодобова продуктивність вантажного локомотива (тис. т-км бруто) та маса бруто вантажного поїзда (т) за цей період продемонстрували тенденцію до скорочення: 2021 р. – 1232 тис. т-км та 3226 т; 2022 р. – 1057 тис. т-км та 2914 т; 2023 р. – 1048 тис. т-км та 2806 т; 2024 р. – 1150 тис. т-км та 2895 т. Натомість дільнична швидкість за цей період навіть зросла з 35,5 км/год у 2021 р. до 37,1 км/год у 2024 р.

Значним викликом для українських залізниць в цей період стала також про-

блема дефіциту професійних кадрів, яка загострилася в наслідок як міграції частини працівників за кордон, так і мобілізаційних заходів. Разом з тим, продуктивність праці (млн. т-км на одного працівника в рік) на АТ «Укрзалізниця» поступово зростає: у 2021 р. цей показник склав 1,1 млн. т-км, у 2023 – 0,7 млн. т-км, у 2024 – 0,9 млн. т-км.

Отже, не зважаючи на цілий ряд суттєвих проблем, спричинених повномасштабними військовими діями, українські залізниці залишаються основним стратегічним перевізником вантажів в Україні, забезпечуючи стабільність як цивільних, так і військових перевезень. Завдяки щоденній наполегливій та самовідданій праці тисяч українських залізничників залізничний транспорт України поступово відновлює свої позиції на ринку вантажних перевезень.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Сковрон І. Я.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The report presents a comprehensive approach to improving the operational efficiency of a motor transport enterprise engaged in cargo transportation through fleet modernization, preventive maintenance, route optimization, and integrated digital management. It emphasizes the use of real-time monitoring, eco-driving training, and financial strategies to streamline processes and enhance service quality.

Підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства, в тому числі і підприємства, яке займається перевезенням промислової продукції, є важливим завданням для зниження витрат, підвищення конкурентоздатності та покращення якості логістичних послуг. У сучасних умовах глобалізації та зростаючих вимог клієнтів підприємства змушені постійно вдосконалювати організацію перевезень, застосовувати новітні технології та впроваджувати ефективні методи управління.

Першим кроком вказаного покращення ефективності роботи АТП є модернізація автопарку. Заміна застарілого обладнання на більш економічні й екологічні транспортні засоби дозволяє знизити витрати на паливо та технічне обслуговування. Використання бензинових або дизельних двигунів останніх стандартів Euro 6, а також гібридних та газових моделей, сприяє зменшенню викидів CO₂ і відповідає вимогам екологічних норм. Додатково до цього, планово-попереджувальне технічне обслуговування (РРМ) допомагає мінімізувати ризики аварій і простоїв: регулярні діагностика двигуна, перевірка ходової частини та систем контролю безпеки дозволяють запобігти несподіваним поломкам.

Другим кроком є оптимізація маршрутів та графіків руху, що здатне значно підвищити рівень завантаженості транспорту й скоротити пробіг. Використання систем GPS-моніторингу в режимі реального часу разом із сучасними алгоритмами планування (наприклад, рішення задач про найкоротший шлях або комбіновані підходи на основі машинного навчання) забезпечує гнучке реагування на зміни до-

рожньої обстановки, дорожні пробки та погодні умови. У результаті скорочується час доставки вантажів, знижуються витрати пального й підвищується лояльність клієнтів.

Третім кроком повинно бути передбачене впровадження інформаційних систем управління перевезеннями (TMS) та інтеграція їх з ERP-платформами підприємства, що дозволяє централізувати планування замовлень, відстеження вантажів, облік витрат і взаємодію з клієнтами. Завдяки автоматизації документообігу (електронні накладні, цифрові підписи), зменшуються ризики помилок, пришвидшується обробка замовлень і покращується прозорість всього ланцюжка поставок.

Четвертий крок передбачає забезпечення належної підготовки персоналу. Регулярні тренінги для водіїв із впровадження принципів еко-драйвінгу (економічного стилю водіння) сприяють зниженню витрат пального та аварійності. Мотиваційні програми, які заохочують водіїв до дотримання графіків, безпечного керування та економії ресурсів, підвищують їх залученість і відповідальність.

П'ятий крок передбачає раціональне застосування фінансових інструментів, такі як лізинг та страхування автотранспорту, що дозволить розвантажити баланс підприємства від значних первинних витрат. За допомогою гнучких умов лізингових платежів можна оновлювати парк без одноразових великих капіталовкладень, а страхові програми мінімізують фінансові ризики у разі пошкодження техніки або вантажів.

Шостий крок передбачає також активну роботу з клієнтами та партнерами, а саме, формування індивідуальних тарифних пакетів, оперативне консультування, прозорі умови співпраці та зворотний зв'язок — сприяє зміцненню довгострокових відносин і гарантує стале замовлення обсягів перевезень.

У сукупності всі перераховані заходи дозволять забезпечити зниження собівартості перевезень до 15 %, скорочення простоїв техніки на 20 %, підвищення завантаженості автопарку до 85 % та поліпшення рейтингу задоволеності клієнтів. Ці показники створюють конкурентну перевагу та забезпечують стійкий розвиток автотранспортного підприємства на ринку вантажних перевезень.

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ПОРТУ

Сушко С. В., Назаров О. А.

Український державний університет науки і технологій, Україна

Annotation: In these theses, the authors highlight the main problematic aspects of the interaction between rail transport and ports. In fact, the main problem of such interaction concerns the inconsistency of the railway infrastructure with the requirements of modern port activities. These problems require significant investments and a detailed study of each port.

Одним із стовпів сучасної світової економіки є міжнародна торгівля. Саме за її допомогою розвиваються великі компанії та саме міжнародна торгівля приносить значний прибуток. Експорт товарів є одним з основних джерел наповнення Держа-

вного бюджету України.

Водночас, міжнародні торгівельні відносини є неможливими без організації доставки продукції. Наразі з метою перевезення імпортованих вантажів здебільшого використовують водний транспорт в якості основного транспорту для перевезення. Згідно з даними Neolit Logistics на морський транспорт припадає перевезення понад 80% всіх зовнішньоекономічних торгових вантажів України.

За таких умов забезпечення діяльності водного транспорту має надважливе значення для економіки України. При цьому діяльність водного транспорту фактично є неможливою без забезпечення його взаємодії з іншими видами транспорту.

Так, недоліком водного транспорту є те, що вантажі необхідно доставити від місця їх виробництва до портів. Доставка здійснюється іншими видами транспорту. В реаліях України за можливість забезпечити перевезення вантажів до морських портів змагаються два види транспорту – автомобільний та залізничний.

При цьому, варто зазначити, що роль автомобільного транспорту невпинно зростає. Автомобільний транспорт постійно збільшує обсяги перевезень за його допомогою вантажу. Тобто, залізничний транспорт має доволі потужного конкурента, який наполегливо заохочує вантажовідправників користуватись саме його послугами.

За таких умов існує необхідність підвищення конкурентоздатності залізничного транспорту. Підвищення рівня конкурентоздатності залізничного транспорту є можливим за рахунок визначення основних проблемних аспектів перевалки вантажу в морських портах, що допоможе в подальшому сфокусуватись на оптимізації діяльності залізничного транспорту та збільшити обсяги перевезення за його допомогою вантажів.

Варто відзначити, що визначаючи проблемні моменти взаємодії водного і залізничного транспорту, необхідно прагнути досягти оптимальної взаємодії між ними, яка-б враховувала сильні та слабкі сторони кожного виду транспорту.

Так, одним з проблемних моментів є стан залізничної інфраструктури. Доволі часто виникає ситуація невідповідності між пропускною здатністю залізничних ділянок, які примикають до порту, і переробною спроможністю самого порту – не вистачає колій (сортувальних та під'їзних) та маневрових локомотивів. Наведене є дуже важливим фактором, оскільки ні залізниця, ні порт не спроможні забезпечити 100% своєчасність передачі вагонів (можуть виникнути простої залізничного рухомого складу і морських суден в очікуванні перевантажувальних робіт). Отже, необхідно забезпечити певний резерв колій на припортових станціях.

Надважливим моментом є і диспропорція між технологічними можливостями портів та залізничних станцій. Так, останнім часом порти дуже активно приймають до перевезення вантажі у контейнерах. Це пов'язано з більшою зручністю перевалки контейнерів у порівнянні з вантажами в іншій тарі. Також, стандартизований розмір контейнерів дозволяє уніфікувати навантажувально-розвантажувальне обладнання порту та пришвидшити роботи з перевалки вантажів. Разом з тим, наразі мережа АТ «Укрзалізниця» не має достатніх технологічних можливостей з переробки значного обсягу контейнерних поїздів у припортових станціях.

Водночас, розвиток портової та залізничної інфраструктури має певний дис-

баланс. За рахунок значної кількості приватних стівідорних компаній розвиток портової інфраструктури відбувається швидше. В свою чергу, навіть з урахуванням зобов'язань України щодо демонополізації залізничних перевезень, залізнична інфраструктура фактично залишатиметься в руках держави в особі Акціонерного товариства «Укрзалізниця». Наведене потребує узгодження питань розвитку залізничної та портової інфраструктури і обґрунтовує необхідність звернення уваги з боку АТ «Укрзалізниця» на питання залучення приватних компаній до проектів розвитку інфраструктури припортових станцій та найбільш вантажонапружених ділянок залізниці.

Проблемним моментом є і недосконала інформаційна взаємодія між залізницею та портом та бюрократія, яка пов'язана з законодавчими аспектами. Також слід приділити увагу забезпеченню дотримання екологічних стандартів та вимог щодо зменшення рівня шуму, оскільки майже завжди порти примикають до населених пунктів.

Вказані проблеми є комплексними і потребують як значних інвестицій в цифровізацію документообігу залізниці так і законодавчих змін.

Варто відзначити, що для кожного порту обсяги і види проблемних аспектів, які впливають на його взаємодію із залізничним транспортом є індивідуальними. Отже, при визначенні конкретних проблем кожного порту та способів їх усунення необхідно здійснювати значний обсяг досліджень. При цьому, варто зважати на питання сезонності піків перевезень певних товарів (наприклад, сільськогосподарської продукції). Уваги потребує також і питання забезпечення можливостей для подальшого розвитку як портової так і залізничної інфраструктури з урахуванням географічних та топографічних умов.

Проте, очевидно є необхідність звертати більше уваги на необхідність розвитку залізничної інфраструктури. Це питання є особливо важливим в контексті забезпечення можливостей для перевезення контейнерів залізничним транспортом. Такий сегмент перевезень є надпопулярним у світі, проте, наразі залізничні перевезення в Україні здійснюються здебільшого за допомогою відкритого або критого рухомого складу, що потребує значних зусиль для перевалки вантажів у портах.

ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Тітяпов В. І.¹, Вернигора Р. В.¹, Дьяченко В. О.², Сюмак В. П.¹

1 – Український державний університет науки і технологій

2 – Автотранспортний фаховий коледж Криворізького національного університету

To predict the delivery times of goods by road, the authors proposed a method based on the use of a neural network - a perceptron. This approach makes it possible to determine the delivery time depending on the parameters of the shipment.

Транспортна система є ключовим елементом, що забезпечує функціонування економіки будь-якої держави. В Україні транспортна система включає залізничний,

автомобільний, морський, річковий, трубопровідний та авіаційний транспорт. В умовах воєнного стану, що характеризується зокрема блокуванням морських портів, зупиненням авіаційного руху тощо, для України особливо зросла роль автомобільного транспорту у забезпеченні як цивільних, так і військових перевезень. З 2000 р. частка автомобільного транспорту у загальних обсягах вантажних перевезень у 2024 р. зросла з 60% до 76%. Загалом у 2024 р. автомобілями транспортовано близько 718 млн. т. вантажів, з них автотранспортними підприємствами – 180 млн. т. Серед найбільш масових вантажів, що транспортуються автомобілями, – рудні (22,2 %), харчові продукти (15,2%), зернові (14,2 %). До переваг автомобільних перевезень варто віднести їх гнучкість (меншу бюрократизованість та адаптивність до вимог ринку, у порівнянні із залізничним транспортом), швидкість доставки, можливість доставки за технологією «від дверей до дверей», високий рівень контролю за процесом перевезення. Однак, у порівнянні із залізничним, перевезення автомобільним транспортом більш вартісне, більш залежне від погодних умов, менш екологічне та безпечне. Разом з тим, автомобільний сегмент ринку вантажних перевезень є зручним для вантажовідправників, а у період 2022...2023 р.р., окрім того, забезпечив для України значні обсяги міжнародних перевезень в умовах блокування морських портів та дефіциту пропускної спроможності залізничних сухопутних пунктів пропуску на західних кордонах.

Таким чином, автотранспорт є ключовим елементом в сучасних умовах диверсифікації ринку транспортних послуг в Україні; при цьому для вантажовідправників в процесі аналізу ефективності різних схем перевезення вантажів (зокрема, за участі різних видів транспорту) важливе місце посідає отримання достовірної оцінки (прогнозу) тривалості доставки вантажів автомобільним транспортом. На відміну від залізничного чи повітряного транспорту, де є або чіткий розклад руху, або регламентована тривалість доставки вантажів, на процес доставки вантажів автомобільним транспортом впливає значна кількість факторів – погодні умови, затори на автошляхах, технічний стан автомобіля, професійні якості водія тощо. Звичайно, при оформленні перевезення вантажу термін доставки обумовлюється у відповідному договорі; окрім того, певну інформацію можна отримати з різних онлайн-сервісів, що спеціалізуються на автомобільних перевезеннях (наприклад, Della.com, transportica.com, impargo.de) та на сайтах автотранспортних компаній. Однак, зазвичай отримані такі дані є досить приблизними та часто відрізняються від фактичних показників. Тому для прогнозування термінів автомобільної доставки вантажів доцільно використовувати сучасні математичні методи.

Одним з ефективних методів є апарат штучних нейронних мереж (ШНМ), що в останні роки набуває все більшої популярності, зокрема як інструментарій штучного інтелекту. Будь яка нейронна мережа функціонує на основі бази знань (даних), що пов'язують вектор вхідних параметрів та результуючий показник. Для формування такої бази авторами було проаналізовано статистичні дані про перевезення вантажів однією автотранспортною компанією за довоєнний 2021 р. (оскільки у 2022 р. з початком повномасштабної агресії росії проти України умови організації перевезень суттєво змінилися). Для кожної вантажної відправки фіксувався певний набір параметрів **P** та фактичний термін її доставки **T** (діб). До параметрів відправки віднесено: тип вантажу, маса вантажу, маршрут та відстань перевезення,

категорія перевезення (внутрішнє, міжнародне), місяць та день тижня відправлення, тип автомобіля. На основі кореляційного аналізу було визначено характер впливу кожного параметру p на результуючий показник T .

Оскільки усі вхідні параметри p мають різну розмірність та діапазон значень, для формування вхідних векторів, що характеризують вантажну відправку, формалізацію значень окремих параметрів запропоновано кодувати у бінарній системі; з цією метою розроблена спеціальна методика кодування. При виборі типу нейромережі на основі ряду експериментів визначено, що найменшу похибку отриманих результатів прогнозу (у порівнянні з навчальною вибіркою за фактичними даними автотранспортного підприємства) забезпечує перцептрон. Принцип функціонування перцептрону – це пошук схожих параметрів заданої відправки у навчальній вибірці (базі даних) та визначення значення результуючого показника T (терміну доставки), що найбільше відповідає вхідному вектору \mathbf{P} відправки.

Відповідна нейромережа була реалізована у середовищі MatLab. Для оптимізації нейромережі та зменшення розмірності вхідного бінарного вектору та відповідно обсягів розрахунків було виконано серію експериментів з нейромережею при різних параметрах перцептрону. Аналіз результатів дозволив виявити найбільш значимі фактори, визначити раціональну структуру вхідного вектора та параметри перцептрона, що забезпечують як достатній рівень точності прогнозу, так і прийнятний обсяг розрахунків.

Варто зазначити, що для ефективного функціонування розробленої прогнозової нейромережі необхідно постійно оновлювати та розширювати базу даних, адаптуючи її до сучасних умов роботи автомобільного транспорту. Запропонований підхід може бути використаний для прогнозування тривалості доставки вантажів автомобільним транспортом, зокрема при дослідженні проблем функціонування автотранспортної системи та пошуку напрямків підвищення ефективності вантажних перевезень автомобільним транспортом.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВИНИКНЕННЯ ЗАТРИМОК ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ

Хоменко Ю. Л.¹, О कोरोков А. М.¹, Альошинський Є. С.²

1 – Український державний університет науки і технологій, Україна

2 – Cracow University of Technology, Poland

The method of agent modeling of the process of multimodal transportation of grain for export is considered from the point of view of the formation of delays in the transportation process and the formation of production and logistics stocks.

Україна історично займає важливе місце у світовому виробництві та експорті зернових культур, таких як пшениця та кукурудза, а також є одним зі світових лідерів по виробництву олії. Відповідно до даних FAO, до 2021 року Україна забезпечувала близько 4% світового виробництва зернових, та, разом з російською федерацією більше половини світового виробництва сонячного насіння. Станом на 2021 рік Україна займала шосте місце серед експортерів пшениці, постачаючи 20

мільйонів тонн, що склало 10% світового ринку, відіграла провідну роль в постачаннях кукурудзи (більше 24 млн.т) та ячменю (більше 5 млн.т). Виробництво зернових в Україні є важливою частиною Світової продовольчої програми ООН, яка забезпечує потреби найбільш вразливих верств населення у більш ніж 120 країнах світу, отже, безпосередньо впливає на світову продовольчу безпеку. У 2024/25 роках, не зважаючи на військові дії, наша країна продовжує входити до 10 найбільших світових виробників пшениці.

Водночас транспортна система України виявилася недостатньо підготовленою для обслуговування таких обсягів перевезень, особливо з урахуванням штучного блокування акваторії Чорного моря з боку РФ, що обмежило можливості морського судноплавства. Наземний транспорт України, насамперед залізничний, традиційно орієнтувався на інші види перевезень та групи товарів, що спричинило надмірне навантаження на автомобільний та залізничний транспорт припортової інфраструктури. Дисбаланс між вантажопотоками зернових та параметрами існуючої автомобільної й залізничної транспортної системи призвів до значних затримок у доставці зернових суходелом.

Єдиним і водночас найважливішим параметром, що визначатиме структуру та конфігурацію всього ланцюга постачання в межах транспортно-технологічної системи, є середня інтенсивність надходження вантажів до перевезення.

Саме ця інтенсивність формуватиме загальне навантаження як на кожен окрему підсистему, так і на систему в цілому. Вона зберігатиме своє абсолютне значення, змінюючись лише у формі трансформації відповідно до умов транспортування в межах кожної транспортно-технологічної підсистеми.

У контексті умов, розглянутих у цій роботі, інтенсивність надходження вантажів відповідатиме плановому обсягу перевезень зернових, зернобобових та олійних культур, що транспортуються насипом: спочатку вантажними автомобілями; далі зерновими відправницькими залізничними маршрутами; і, нарешті, – морськими суднами (балкерами).

Експериментально встановлено, що для перевезення одного мільйона тонн зернових на рік оптимальний робочий парк складається з 92 вантажних автомобілів (із коефіцієнтом завантаження 0,52) та чотирьох залізничних відправницьких маршрутів (із коефіцієнтом завантаження 0,54). Для перевезення півтора мільйона тонн на рік необхідно залучити 106 вантажних автомобілів (із коефіцієнтом завантаження 0,68) та п'ять залізничних маршрутів (із коефіцієнтом завантаження 0,64).

АДАПТАЦІЯ АРХІТЕКТУР НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДО СПЕЦИФІКИ ЗАДАЧ ЕНЕРГЕТИКИ

Шпілевий М. О.

Український державний університет науки і технологій, Україна

The rapid development of artificial neural networks (ANNs) is playing a key role in transforming computational approaches in the energy sector. Given the complexity, dynamism, and multi-factor nature of energy systems, selecting an appropriate ANN

architecture is essential for achieving accurate forecasting, timely decision-making, and optimal control. This paper reviews the classification of ANN architectures based on signal propagation, data processing structure, and task orientation. It highlights the applicability of Feedforward, Recurrent (RNN, LSTM, GRU), Deep (DNN), Convolutional (CNN), Transformer, and specialized architectures (Autoencoder, GAN, GNN) to various energy-related tasks, including load forecasting, anomaly detection, and real-time system control. The advantages and limitations of each architecture are discussed in the context of energy infrastructure, with an emphasis on their relevance to integrated industrial and transportation power systems.

Стрімкий розвиток штучних нейронних мереж змінює обчислювальні підходи в енергетиці. Через складність і динамічність енергетичних процесів важливо правильно обирати архітектуру ШНМ для точного прогнозування та ефективного управління.

За напрямом поширення сигналу нейронні мережі поділяють на беззворотні та рекурентні. Беззворотні нейромережі Feedforward (FF) передають інформацію лише в одному напрямку. Такі архітектури є доцільними для розв'язання задач класифікації станів обладнання, прогнозування добового навантаження та інших статичних або слабо динамічних процесів. Їх перевагою є простота реалізації та швидке навчання.

Рекурентні нейромережі RNN (Recurrent Neural Network), навпаки, мають внутрішні зворотні зв'язки, що дає змогу враховувати часові залежності в даних. Це робить їх ефективними для задач прогнозування енергоспоживання у часових рядах, моделювання динаміки мережевих процесів, компенсації реактивної потужності та керування параметрами електромереж у реальному часі.

За структурою обробки вхідних даних розрізняють глибокі, згорткові та трансформери. Глибокі нейромережі DNN (Deep Neural Network) містять кілька прихованих шарів і застосовуються для прогнозування навантаження, враховуючи складні залежності між параметрами. Вони відзначаються високою точністю, проте потребують значних обчислювальних ресурсів і великих обсягів навчальних даних.

Згорткові нейромережі CNN (Convolutional Neural Network) застосовуються переважно для обробки даних зі структурованою просторовою організацією. У контексті енергетики CNN ефективні для аналізу теплових або візуальних зображень обладнання, виявлення аномалій у температурних або частотних картах, а також обробки сигналів, представлених у вигляді двовимірних матриць. Перевагами CNN є висока ефективність у розпізнаванні локальних структур і масштабованість, недоліками — обмежене застосування до задач із часовими або табличними даними.

Архітектури з механізмом уваги, зокрема трансформери (Transformer), набувають популярності в задачах прогнозування складних, багатofакторних процесів. У сфері енергетики Transformer застосовують для багатокрокового прогнозування навантаження, генерації або цін, де необхідно враховувати взаємодію між численними параметрами (наприклад, погода, поведінка споживача, виробіток відновлюваних джерел). Переваги цієї архітектури — здатність працювати з довгими послідовностями та паралельна обробка даних. Недоліки — значне споживання обчислювальних ресурсів і потреба у великому навчальному наборі.

За призначенням нейронні мережі умовно поділяють на три основні групи: для класифікації, регресії та управління. Мережі, орієнтовані на класифікацію, використовуються для виявлення типів станів енергетичних об'єктів або подій, наприклад, виявлення аномалій чи класи аварій. Архітектури, побудовані для регресії, забезпечують прогнозування числових параметрів, таких як споживання електроенергії, генерація або навантаження на мережу. Мережі для управління, зокрема з використанням навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning), застосовуються у задачах оптимального керування режимами енергетичних систем, у тому числі в реальному часі. Вибір архітектури значною мірою визначається характером задачі, обсягом і структурою даних, а також вимогами до швидкодії та точності моделі.

Окрему групу становлять спеціалізовані архітектури нейронних мереж. Autoencoder застосовуються для виявлення аномалій, зменшення розмірності даних або попередньої обробки вхідних сигналів у енергетичних системах. Їх основна перевага — здатність виявляти приховані закономірності, а недолік — обмежена точність у задачах з високою складністю даних.

Generative Adversarial Networks (GAN) використовуються для генерації нових даних, які мають характеристики, подібні до навчального набору. У сфері енергетики GAN можуть бути корисними для генерації сценаріїв енергоспоживання або генерації з метою розширення наборів даних для тренування, відновлення втрачених або пошкоджених даних у SCADA- або PMU-системах, а також синтезу нових варіантів вхідних даних для підвищення стійкості моделей у задачах класифікації або прогнозування. Перевагою є висока точність синтезу, а недоліком — складність навчання через нестабільність змагального процесу.

Graph Neural Networks GNN (Graph Neural Network) ефективні для аналізу енергетичних систем як графових структур, де вузли — це об'єкти інфраструктури, а ребра — енергетичні зв'язки. GNN дозволяють моделювати топологію мереж, оптимізувати розміщення обладнання (наприклад, батарей або компенсаторів) і враховувати просторові взаємозв'язки. Їх перевага — структурна гнучкість, а недолік — складність реалізації та залежність від якості графової репрезентації.

Вибір архітектури нейронної мережі залежить від специфіки задачі, типу даних і вимог до моделі. Сучасні нейромережі в енергетиці підвищують точність прогнозів, швидкість рішень і ефективність керування. Перспективним є їх впровадження в SCADA та WAMS (Wide Area Monitoring Systems).

ЗМІСТ

<i>Афанасов А. М., Васильєв В. Є.</i> Раціональне використання електричної енергії на залізничному і конвеєрному транспорті.....	3
<i>Баркалова Н. О., Компанієць Р. М.</i> Аналіз проблем функціонування промислового залізничного транспорту	5
<i>Баркалова Н. О., Сергієнко М. І., Расулов М. Х.</i> Удосконалення технології роботи станцій з вантажними операціями	6
<i>Березовий М. І., Болжеларський Я. В., Голембіовски П.</i> Порівняння методів встановлення причин залізнично-транспортних пригод на залізницях України та ЄС	8
<i>Березовий М. І., Малашкін В. В., Чирков О. Л.</i> Аналіз напрямків удосконалення конструкції колійного розвитку сортувальних гірок.....	9
<i>Березовий М. І., Малашкін В. В., Болвановська Т. В.</i> Результати дослідження конструкції примикань обхідних колій в сортувальних парках.....	10
<i>Бех П. В., Carlos Moyses Carranza Medina, Лашков О. В.</i> Цифровізація митних процедур в транспортних процесах	12
<i>Бех П. В., Лашков О. В.</i> Мінімізація збоїв в роботі залізничного транспорту	13
<i>Бех П. В., Лашков О. В.</i> Фактори, які впливають на рух поїздів з вантажами гірничо-металургійного комплексу в існуючих умовах перевезень	14
<i>Більцан К. М.</i> Електрифікація транспорту: переваги, виклики та потенційність інновацій.....	15
<i>Болвановська Т. В., Киричок Р. В., Стефанюк І. О., Коштур В. С., Філоненко Г.</i> Аналіз діяльності та забезпеченості залізничного транспорту в 2024 році	16
<i>Босий Д. О., Потапчук І. Ю., Терещенко Д. М., Задвернюк А. П.</i> Інтелектуальна система локального акустичного моніторингу для виявлення	

повітряних загроз у транспортно-промисловій інфраструктурі..... 18

Вернигора Р. В., Коробйова Р. Г., Загайкевич К. І., Суслов А. В.

Конкурентоспроможність залізничного транспорту при перевезеннях зернових вантажів 19

Глушков О. В. Босий Д. О.

Залізниця та промисловість України на шляху до модернізації та інтеграції 21

Гудімов В.В.

Правила безпеки під час охорони та супроводу вартою військових вантажів на залізничному транспорті 22

Демченко Є. Б., Бельська І. М.

Використання технологій радіочастотної ідентифікації при організації контейнерних перевезень 25

Демченко Є. Б., Бердичевська Т. М.

Аналіз світових практик протидії втручанням в роботу залізничного транспорту 26

Демченко Є. Б., Болвановська Т. В., Боричева С. В.

Удосконалення організації міської логістики..... 27

Демченко Є. Б., Іскра О. Л.

Організація логістичних процесів з використанням технологій штучного інтелекту 29

Дженчако В. Г.

Вдосконалення технології перевезення масової сировини на промислові підприємства 30

Дженчако В. Г.

Синхронізація переробних спроможностей розвантажувального комплексу і гаражів розморожування промислового підприємства 32

Дорош А. С.

Дослідження технології контейнерних перевезень у напрямку Китай-Україна 35

Друбецька Т. І., Рябець К. К., Скрильов Т. В., Сердечний І. М.

Підвищення ефективності технічного обслуговування тягових підстанцій 36

XIV-а Міжнародна науково-практична конференція
«ПЕРСПЕКТИВИ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЦЬ ТА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ»

- Жевжик О. В., Потапчук І. Ю., Ємченко Д. С., Щуклов Г. М.*
Аналіз охолоджувальної спроможності контактних теплообмінників в інфраструктурі залізничного та промислового транспорту 37
- Жевжик О. В., Потапчук І. Ю., Ємченко Д. С., Щуклов Г. М.*
Використання високотемпературних технологій для переробки твердих побутових відходів у контексті взаємодії залізниць та промислових підприємств 38
- Загайкевич К. І., Суслов А. В., Вернигора Р. В.*
Аналіз витрат на перевезення зерна автомобільним транспортом 39
- Кісельов А. В., Хоженко К. Ю., Журавель І. Л.*
Актуальність розвитку інтермодальних перевезень 41
- Козаченко Д. М., Клига О. В.*
Оцінка похибки часу руху відцепів при скочування з гірки 43
- Козаченко Д. М., Хилькевич Д. В., Березовий М. І., Малашкін В. В.*
Методика розрахунку числа кар'єрних локомотивів 44
- Компанієць Р. М., Папахов О. Ю.*
Особливості організації роботи інтермодальних терміналів 45
- Коробйова Р. Г., Прокопа О. І.*
Розподіл вантажних вагонопотоків на розгалужених залізничних мережах 47
- Мазуренко О. О., Тігов О. Г.*
Розвиток взаємодії промислового та магістрального залізничного транспорту за рахунок цифровізації процесів 48
- Мазуренко О. О., Тігов О. Г.*
Розвиток залізничних контейнерних перевезень в Україні у контексті проекту Міжмор'я 50
- Малашкін В. В., Березовий М. І.*
Автоматизація камеральної обробки елементів залізничної інфраструктури при підготовці технічної документації 52
- Маловічко В. В., Маловічко Н. В., Маловічко К. В., Рибалка Р. В.*
Автоматизація процесу вимірювання сигналів автоматичної локомотивної сигналізації на станціях 54

<i>Очкасов О. Б.</i> Інтеграція систем діагностування технічного стану у структуру утримання локомотивів промислового транспорту	56
<i>Очкасов О. Б., Жовніренка О. С.</i> Впровадження міжнародних стандартів управління ризиками в експлуатації тягового рухомого складу	58
<i>Очкасов О. Б., Студенко О. І.</i> Аналіз індикаторних діаграм як інструмент діагностування дизельного двигуна.....	59
<i>Папахов О. Ю., Компанієць Р. М.</i> Взаємодія залізничних станцій з промисловими підприємствами.....	60
<i>Папахов О. Ю., Сергієнко М. І., Сарбаєв С. Ш.</i> Основа взаємовідносин промислового підприємства з магістральним залізничним транспортом	62
<i>Прокопа О. І., Вернигора Р. В., Корнієнко А. В.</i> Українські залізниці в умовах воєнного стану	63
<i>Сковрон І. Я.</i> Підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства.....	65
<i>Сушко С. В., Назаров О. А.</i> Проблемні аспекти взаємодії залізничного транспорту та порту.....	66
<i>Тітяпов В. І., Вернигора Р. В., Дьяченко В. О., Сюмак В. П.</i> Прогнозування тривалості доставки вантажів автомобільним транспортом з використанням нейромережевого моделювання	68
<i>Хоменко Ю. Л., Окороков А. М., Альошинський Є. С.</i> Дослідження закономірностей виникнення затримок при організації мультимодальних перевезень зернових.....	70
<i>Шпілсвий М. О.</i> Адаптація архітектур нейронних мереж до специфіки задач енергетики.....	71