МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ПІВНІЧНО-СХІДНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Випуск 156

Харків 2015

УДК 656.212:656.225

У збірнику відображені матеріали та наукові розробки вчених і спеціалістів залізничного транспорту, наукових установ і промисловості з вирішення сучасних задач та проблем організації перевезень та управління на транспорті, задач взаємодії транспортних систем, а також впровадження інноваційних технологій в експлуатаційній роботі.

Збірник призначений для інженерно-технічних працівників, магістрантів, студентів і науковців залізничного транспорту та промисловості.

З електронною версією збірника можна ознайомитися на сайті: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.

Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (Польща). З реєстрацією збірника можна ознайомитися на сайті:
http://jml2012.indexcopernicus.com/++++++++,p944,3.html

GoogleScholar профиль: https://scholar.google.com.ua
Веб-сторінка збірника: http://znp.kart.edu.ua

ISSN 1994-7852

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21515 - 11415ПР від 27.07.2015р. Друкується за рішенням вченої ради університету, протокол № 6 від 24 вересня 2015 р.

Збірник включено до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України № 1-05/4 від 26 травня 2010 р.)

РЕДАКЦІЙНО-ВИДАВНИЧА РАДА:

д.т.н., професор С.В. Панченко – голова Ради
д.т.н., професор С І. Приходько – заступник голови
к.т.н., професор А.О. Каграманян – заступник голови
к.т.н., доцент С.В. Михалків – заступник голови

Члени Ради:

д.т.н., професор А.Б. Бойнік
д.т.н., професор Т.В. Бутько
д.т.н., професор В.С. Блиндюк
д.т.н., професор С.В. Лістровий
д.т.н., професор Д.В. Ломотько
д.т.н., професор В.І. Мойсеєнко
д.т.н., професор А.А. Плугін
д.т.н., професор Е.Д. Тартаковський
д.т.н., професор Л.А. Тимофеєва
д.т.н., професор А.П. Фалендиш
д.т.н., професор Я.В. Щербак

Експлуатація залізниць

д.т.н., професор Т.В. Бутько – головний редактор
д.т.н., професор В.Я. Негрей БелДУТ (Білорусь)
д.т.н., професор Д.Г. Неволін УрДУШС (Росія)
д.т.н., професор М.М. Бабаєв
д.т.н., професор А.Б. Бойнік
д.т.н., професор О.В.Лаврухін
д.т.н., професор О.Г. Шибаєв
д.т.н., професор В.Н. Бобровський
д.т.н., професор І.В. Жуковицький
д.т.н., професор Є.С. Альошинський

За загальною редакцією д.т.н, професора О.В. Лаврухіна, д.т.н., професора О.М. Огаря

ISSN 1994-7852
Зареєстровано 2 червня 2007 р.
у ISSN International Centre 20. Rue Bachaumont, 75002 PAPIS, FRANCE

©Український державний університет залізничного транспорту, 2015

ЗМІСТ

Експлуатація залізниць

Лаврухін О.В., Котенко А.М., Світлична А.В., Шевченко В.І. Перевезення контрейлерів довгосоставними і великоваговими поїздами 5

Лаврухін О.В., Богомазова Г.Є., Киман А.М., Тофан М.О., Розумович Р.Б. Удосконалення технології оперативного планування вантажної роботи при взаємодії власників рухомого складу із залізницею 12

Огар О.М., Пазойський Ю.О., Розсоха О.В., Сідраков О.А., Смачило Ю.В. Функціонування систем управління безпекою руху на залізницях України та Росії 18

Ломотько Д.В., Гофман А.В., Цимбалістий І.І. Використання під'їзних колій підприємств у процесі формування логістичних ланцюгів залізничного транспорту 28

Альошинський Є.С., Пестременко-Скрипка О.С., Таратушка К.В. Розробка математичної моделі процесу раціоналізації роботи прикордонних передавальних станцій при застосуванні системи управління ризиками 35

Ломотько Д.В., Ковальов А.О., Ковальова О.В. Аналіз та удосконалення існуючих підходів до раціонального розподілу транспортних ресурсів 42

Альошинський Є.С., Бондаренко О.В. Пропозиції щодо вдосконалення технології обробки контейнеропотоків у межах міжнародних транспортних коридорів 47

Козаченко Д.М., Березовий М.І., Верлан А.І. Розвиток припортової залізничної інфраструктури за рахунок державно-приватного партнерства 53

Запара В.М., Запара Я.В., Гергель І.Г. Удосконалення технології роботи залізничного вузла шляхом застосування сучасних логістичних підходів 62

Берестов І.В., Шаповал Г.В., Мерзлякова Н.В. Підвищення ефективності взаємодії станції примикання та під'їзних колій 68

Кулешов В.В., Даниленко Р.Е., Лупир А.С. Удосконалення технології роботи операторів парку вантажних вагонів різних форм власності 74

Прохорченко А.В. Передумови розроблення нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України 82

Бауліна Г.С., Кузнецов М.М., Зоненко В.В., Тренкеншу Я.В. Наукові підходи до формування інтелектуальної СППР оперативного персоналу залізничної станції 87

Куценко М.Ю., Дудін О.А., Долгова М.М., Жовнір О.В. Обґрунтування раціонального місця розташування локомотивного господарства на сортувальній станції 94

Розсоха О.В., Конотопська М.Є., Шабатіна О.А., Вітола С.З. Аналіз методик оцінки рівня безпеки руху поїздів на залізничному транспорті 102

Петрушов В.В., Бочило Н.В. Удосконалення технології роботи прикордонної передавальної станції 106

Музикіна С.І. Формування моделі прогнозування наслідків виникнення надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті при перевезенні небезпечних вантажів 109
Кузьменко А.І. Підвищення ефективності перевезення харчових вантажів в умовах великого міста 116
Обухова А.Л., Латишев С.Ю., Ісламзаде Д.К. Удосконалення технології роботи передавальної станції при виконанні прикордонно-митних операцій 124
Константінов Д.В., Клепко Є.О. Актуальні напрямки розвитку сучасних приміських перевезень залізниць України 129
Рибальченко Л.І., Ковтун Н.М. Автоматизація технології оперативного управління рухомим складом 135
Шапатіна О.О. Вибір виду перевезень вантажів з використанням положень теорії нечітких множин 139

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАЛІЗНИЦЬ

УДК 656.222.3

ПЕРЕВЕЗЕННЯ КОНТРЕЙЛЕРІВ ДОВГОСОСТАВНИМИ І ВЕЛИКОВАГОВИМИ ПОЇЗДАМИ

**Доктори техн. наук О.В. Лаврухін, А.М. Котенко, асп. А.В. Світлична,
канд. техн. наук В.І. Шевченко**

ПЕРЕВОЗКИ КОНТРЕЙЛЕРОВ ДЛИННОСОСТАВНЫМИ И ТЯЖЕЛОВЕСНЫМИ ПОЕЗДАМИ

**Доктора техн. наук А.В. Лаврухин, А.Н. Котенко, асп. А.В. Светличная,
канд. техн. наук В.И. Шевченко**

THE TRANSPORTATION OF CONTRAILERS BY LONGEST AND HEAVY TRAIN

**Doct. of techn. sciences O.V. Lavrukhin, A.M. Kotenko, postgrad. A.V. Svetlichnaya,
cand. of. techn. sciences V.I. Shevchenko**

У статті подано аналіз досвіду впровадження руху великовагових і довгосоставних поїздів в Україні і за кордоном; визначена економічна ефективність впровадження такого виду перевезень при транспортуванні контрейлерів. Скорочення розмірів руху за рахунок збільшення составів поїздів забезпечить зниження потреби в локомотивному парку і поїзних бригадах, зменшить кількість ремонтів тягової техніки, знизяться витрати на паливо і електроенергію.

***Ключові слова**: великовагоий поїзд, пропускна спроможність, контрейлер, довгосоставний поїзд, економічна ефективність.*

В статье представлен анализ опыта внедрения движения тяжеловесных и длинносоставных поездов в Украине и за рубежом; определена экономическая эффективность внедрения такого вида перевозок при транспортировке контрейлеров. Сокращение размеров движения за счет увеличения составов обеспечит снижение потребности в локомотивном парке и поездных бригадах, уменьшит количество ремонтов тяговой техники, снизятся затраты на топливо и электроэнергию.

***Ключевые слова**: тяжеловесный поезд, пропускная способность, контрейлер, длинносоставный поезд, экономическая эффективность.*

The article presents an analysis of the experience of the implementation of the motion of heavy and longest trains in Ukraine and abroad; The economic efficiency of the implementation of this type of traffic has been defined. Reducing the size of the motion by increasing the formulations will provide the reduction of demand for locomotive fleet and crews, will reduce the number of repairs of traction equipment, reduce the cost of fuel and electricity. For sites with multiple engineering stations is possible to combine a large number of options for handling unit trains, which limits the number of equipment in technical devices, the number of stations and them elongated paths. At the expense of range following block trains without disbanding and change locomotives - the number of options for a linear direction can be reduced of two to four. Using longest trains will provide several important benefits such as: reduction of the wear tracks and wheels of the rolling stock, reduction of fuel consumption for traction increase staff productivity.

***Key words**: heavyweight, bandwidth, contrailers, longest train, economic efficiency.*

Вступ. Відновлення економіки україни після довготривалої економічної кризи, активізація зовнішньої торгівлі внаслідок поступового відкриття європейських товарних ринків, а також загальносвітова тенденція до підвищення мобільності населення вимагають

стабільної та ефективної роботи залізничного транспорту. В україні він забезпечує 83 % загального обсягу вантажообороту та 38 % пасажирообороту, а споживачі очікують від залізниці європейської якості послуг, надійності, швидкості та безпечності перевезень. Проте залізнична галузь останні декілька років демонструє негативну динаміку розвитку. Тому актуальним стає питання збільшення обсягу великовагових та довгосоставних поїздів. Перевезення напівпричепів, причепів, тобто контрейлерів, такими поїздами дозволить істотно збільшити обсяги вантажних перевезень та провізної спроможності, а також максимально ефективно використовувати залізничну інфраструктуру на ділянках з невисокою пропускною спроможністю.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Для збільшення конкурентоспроможності залізниць та обсягу перевезень необхідно приділити першочергове значення розвитку великовагового та довгосоставного руху поїздів на великі відстані, щоб більша частка перевезень, особливо масових вантажів (вугілля, руда, зерно) припадала на залізничний транспорт.

Великий внесок у вирішення питань, пов’язаних з впровадженням руху великовагових і довгосоставних поїздів та розвитком контрейлерних технологій на залізницях України, зробили такі вчені: Т.В. Бутько, Н.А. Воробйов, Ю.В. Дьяков, А.М. Котенко, В.Є. Козлов, П.С. Шилаєв та багато інших.

У роботі [1] наведені відомості про протяжності великовагових залізниць різних країн, їх вантажонапруженість, масу поїздів, число вагонів і осьове навантаження. Крім технології вивезення корисних копалин з місць видобутку в місця навантаження на інші види транспорту або в місця їх споживання, виявилося, що важковаговий рух дає великі економічні переваги при перевезенні вантажів у двоповерхових контейнерах. Тим самим важковаговий рух займає істотне місце в глобалізації вантажних транспортних перевезень.

У роботі [2] наведено удосконалену методику для розрахунку раціональної кількості великовагових поїздів для залізничного напрямку. Це дозволяє збільшити провізну спроможність залізничної лінії.

На основі результатів вищезгаданих наукових робіт є потреба у вивченні досвіду українських залізниць при впровадженні руху великовагових і довгосоставних поїздів в Україні, а також у визначенні економічної ефективності при впровадженні такого виду перевезень при транспортуванні контрейлерів.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою даної статті є аналіз досвіду впровадження руху великовагових і довгосоставних поїздів в Україні і за кордоном; вибір найбільш ефективної схеми формування поїздів збільшеної маси і довжини; визначення економічної ефективності впровадження такого виду перевезень при транспортуванні контрейлерів.

Основна частина дослідження. До основних переваг використання великовагових поїздів можна віднести підвищення провізної спроможності при незмінній пропускній спроможності мережі. Для впровадження руху великовагових та довгосоставних поїздів виникає ряд невирішених питань. А саме вибір ділянок залізниці, які дозволять пропуск такого виду поїздів, питання, пов’язані з водінням довгосоставних та великовагових вантажів. Для таких перевезень потрібно відповідне технологічне забезпечення та стан інженерно-транспортної інфраструктури.

На залізницях світу з великоваговим рухом були досягнуті максимальні показники : маса поїзда – 48000 т, число вагонів – 320-340, осьове навантаження – 37-40 тс/вісь (Австралія), вантажонапруженість – 300 млн т брутто (Китай). В даний час в Західній Європі можна констатувати наявність двох залізничних ліній, де є регулярний великоваговий рух. Одна з них – рудовозна лінія Лулео - Нарвік протяжністю 560 км, експлуатується спільно Швецією та Норвегією. Видобута в Швеції залізна руда перевозиться до норвезького експортного порту Нарвік 68-вагонними поїздами масою брутто 8500 т. Інша лінія, протяжністю близько 200 км, з'єднує порт Гамбург з металургійним комплексом Зальцгиттер. Допустиме осьове навантаження тут становить 25 т. З 1999 р. імпортована руда доставляється до металургійного комплексу в поїздах масою брутто понад 5 тис. т [1].

Широко розповсюджено використання великовагових і довгосоставних поїздів у таких країнах, як Канада, Китай, Індія, США.

Стратегія залізниць Канади спрямована на розширення використання довгосоставних поїздів. Різносторонні дослідження і інвестиції в реалізацію сучасних технологій у галузі колійного, локомотивного, вагонного господарств, засобів автоматизації і систем управління спрямовані на вирішення завдань організації впровадження поїздів довжиною 4,3 км.

Істотним фактором, який сприяє впровадженню технології водіння довгосоставних поїздів, є застосування розподіленої тяги, що дозволяє знизити рівень поперечних сил при взаємодії рухомого состава і колії в кривих. На теперішній час на залізницях Canadian Pacific розподілена тяга використовується для поїздів, які перевозять вантажі різних категорій, при цьому для тяги поїздів особливо великої маси зазвичай застосовуються два локомотиви 33000 кВт у голові поїзда, один в середині і один у хвості [7] (рис. 1).

Водіння довгосоставних поїздів з використанням розподіленої тяги має особливе значення в складних погодних умовах, зокрема взимку, коли низькі температури повітря ускладнюють роботу гальмівної системи.

В Україні накопичений певний досвід роботи з великоваговими поїздами. Почався він з 1975 р. на сприятливому профілі ділянки Кременчук – Полтава. Один тепловоз вів два зчеплених поїзди вагою більш 7200 т.

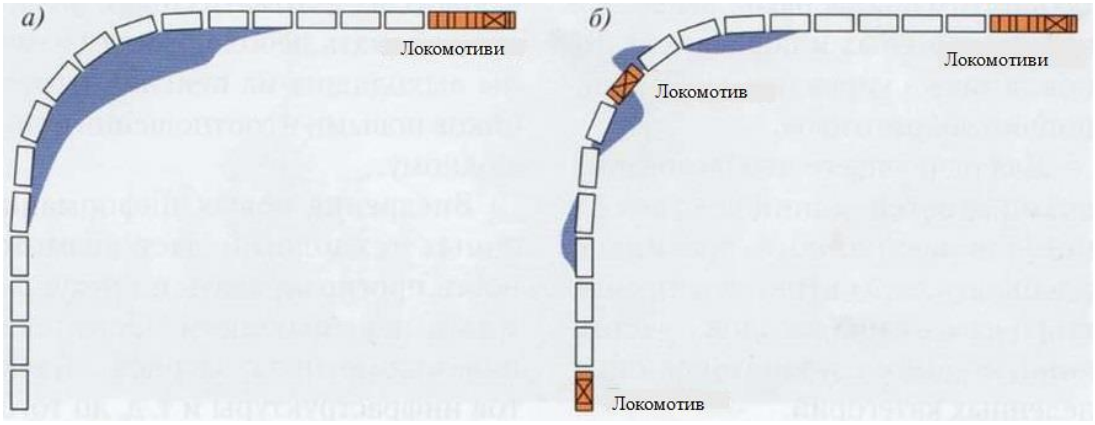


Рис. 1. Варіанти розміщення локомотивів у складі поїзда:
а – локомотиви в голові поїзда; б – локомотиви в голові, середині і у хвості поїзда

У 1985 р. на ділянці Кременчук - Полтава був організований пропуск рудного маршруту вагою 13200 т. Результатом такого випробування було підвищення продуктивності вагона до 111.7%, або 8000 ткм; продуктивність локомотива за добу складала 1216 ткм; 3268 т була вага поїзда; статистичне навантаження на вагон було 59.3 т [1]. Також був організований пропуск здвоєних поїздів на ділянці Гребінка – Полтава, до складу яких входили 200 вагонів з одним локомотивом. За рахунок скорочення одного поїзда на ділянці виникають умови для пропуску чергових поїздів з випередженням графіка.

Обсяги перевезень стрімко падають. У 2013 р. порівняно із 2012 р. Обсяг вантажних перевезень залізничним транспортом зменшився на 3,4 % і становив 441,8 млн т вантажів (або 86 % від рівня 2007 р.) При цьому за 2013 р. транзитні перевезення скоротилися на 19,3 %, перевезення у внутрішньому сполученні – на 2,8 %, імпорт вантажів – на 2,7 %, збільшено лише обсяг перевезень експортних вантажів на 2 %. В поточному році ця тенденція продовжується і за дев’ять місяців 2014 р. Падіння обсягів перевезень вантажів становить 7,8 % порівняно з аналогічним періодом 2013 р.

Одним з перспективних напрямків підвищення пропускної та провізної спроможності ділянки є реалізація технології керування довгосоставних і великовагових поїздів. Використання довгосоставних поїздів дозволить отримати ряд важливих переваг: зменшення зносу колії і коліс рухомого складу, скорочення споживання палива на тягу поїздів,

підвищення продуктивності праці персоналу. При розгляді варіантів пропуску поїздів підвищеної маси і довжини розглядається принцип розробки технічної основи спільного пропуску поїздів різної маси і довжини з найменшою перебудовою технічної бази лінії і зміною локомотивного парку, що скоротить капітальні вкладення в технічну реконструкцію лінії [4].

Для ділянок з декількома технічними станціями можна скомбінувати велику кількість варіантів обігу поїздів підвищеної маси і довжини, число яких обмежує оснащеність в технічних пристроях, число станцій перетворення і подовжених на них шляхів. За рахунок дальності слідування поїздів підвищеної маси і довжини без розформування та зміни локомотивів – число варіантів для лінійного напряму може скоротитися до двох-чотирьох. Поїзди підвищеної маси і довжини включають два і більше состави стандартної довжини або встановленої маси з розташованими між ними локомотивами. Нижче (рис. 2) наведені варіанти формування поїздів [13].

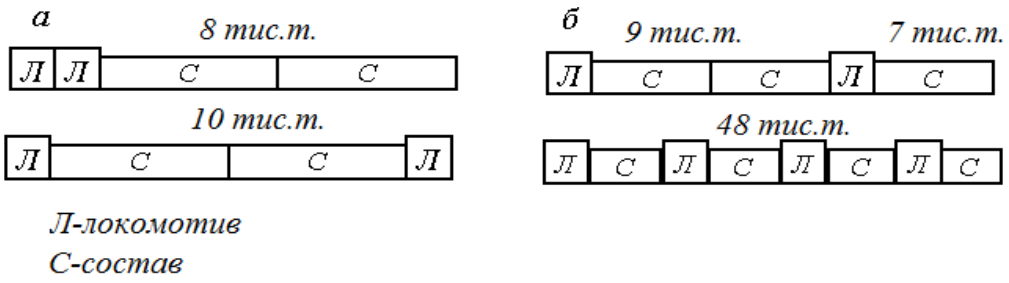


Рис. 2. Варіанти формування поїздів

Розглянемо економічну ефективність транспортування контрейлерів довгосоставними і великоваговими поїздами і автомобілем. Контрейлер – це контейнер, обладнаний колесами з пневматичними шинами і призначений для перевезення вантажу на залізничних платформах і по шосе. Його вантажопідйомність складає 6-30 т [10]. Витрати на транспортування контрейлерів поїздом складаються з експлуатаційних витрат на станціях обробки складу, а також з експлуатаційних витрат на шляху прямування поїзда [9].

Сумарні залежні експлуатаційні витрати, пов'язані з проходженням за маршрутом поїзда,

$$B_{прох} = B_{в-км} + B_{в-г} + B_{л-км} + B_{бр-г} + B_{т-км} + B_{т}, \quad (1)$$

де $B_{в-км}$ - витрати, пов’язані з вагоно-кілометрами пробігу, тис. грн;

$B_{в-г}$ - витрати, пов’язані з вагоно-годинами, тис. грн;

$B_{л-км}$ - витрати, пов’язані з локомотиво-кілометрами, тис. грн;

$B_{бр-г}$ - витрати, пов’язані з локомотиво-годинами, тис. грн;

$B_{т-км}$ - витрати, пов’язані з бригадо-годинами роботи локомотивних бригад, тис. грн;

$B_{т}$ - витрати, пов’язані з витратами палива (електроенергії) на тягу поїзда, тис. грн;

Залежні експлуатаційні витрати, пов'язані з проходженням технічних станцій при організації руху поїздів,

$$B_{тех.ст.} = \zeta\, 10^{-3} T^{тех} c_{в-г} K\,, \quad (2)$$

де $T^{тех}$ - час на операції на технічній станції, год;

$c_{в-г}$ - видаткова ставка на 1 ваг.год, грн;

K - кількість контрейлерів.

Залежні експлуатаційні витрати, пов'язані з обробкою поїзда на станціях примикання,

$$B_{ст.примик.} = 10^{-3}\left[\left(c_{сост.} + c_{м.р.}\right)T_{м.р.} + c_{в-г} \bullet T_{міс.в.} \bullet K\right], \quad (3)$$

де $c_{сост.}$ - видаткова ставка на 1 год роботи складача поїзда, грн;

$c_{м.р.}$ - витрати на 1 лок.год маневрової роботи, грн;

$T_{м.р.}$ - витрати часу на маневрову роботу на станції примикання, год;

$T_{міс.в.}$ - середній простій місцевого вагона на станції примикання.

Витрати на транспортування контрейлерів автомобільним транспортом

$$C_{авт.} = V + F + T + M + H + R + A + NV, \quad (4)$$

де V - витрати на оплату праці водія, грн;

F - відрахування в соціальні фонди, грн;

T - витрати на автомобільне паливо, грн;

M - витрати на мастильні й інші матеріали, грн;

H - витрати на ремонт автомобільних шин, грн;

R - витрати на технічне обслуговування і ремонт автомобіля, грн;

A - амортизаційні відрахування, грн;

NV - накладні витрати.

Економічна ефективність при впровадженні довгосоставних і великовагових поїздів досягається за рахунок повного виключення витрат на палива, мастила, ремонт автомобільних шин, коліс, що складає приблизно 20% у структурі собівартості автомобільних перевезень. Також важливим фактором є те, що існують жорсткі вимоги до ваги автомобілів на автошляхах як нашої країни, так і інших країн Європи.

Відомо, що близько 30 % всіх експлуатаційних витрат припадає на частку локомотивного господарства. Скорочення розмірів руху за рахунок збільшення составів поїздів забезпечить зниження потреби в локомотивному парку і поїзних бригадах, зменшить кількість ремонтів тягової техніки, знизяться витрати на паливо і електроенергію. Збільшення составів поїздів на великих полігонах стає вирішальним заходом зниження капіталомісткості і собівартості перевезень. Подальше впровадження цієї технології в поєднанні з іншими прогресивними методами організації перевізного процесу дозволить залізницям України стабільно забезпечувати перевезення пасажирів і вантажів у необхідних обсягах з високою економічною ефективністю.

На сьогоднішній день Укрзалізниця працює над створенням електрифікованого ходу певних дільниць. Це дозволить залізничникам збільшити обсяги перевезень на порти, а використання електровозів замість тепловозів створить можливість відправляти великовагові поїзди із максимально допустимою кількістю вагонів, які будуть вести більш потужні локомотиви.

Завдяки електрифікації швидкість руху вантажних поїздів на дільниці збільшиться на 20-25 %, скоротиться час доставки вантажів. Електрифікація дасть змогу запропонувати вантажовідправникам більш вигідне транспортування, у тому числі і за рахунок зменшення собівартості перевезень, яка на 55-60 % нижча, ніж на теплотязі. Переведення напрямку на електротягу дозволить залізниці скоротити споживання дизпалива у 3,7 рази. До того ж використання електровозів замість тепловозів дасть можливість відправляти великовагові поїзди із максимально допустимою кількістю вагонів і більш потужними локомотивами. Щоб оптимально використовувати наявну інфраструктуру, доцільно впроваджувати великовагові поїзди в Україні. Впровадження нових технічних систем на рухомому складі не вимагає великих витрат часу і економічно набагато ефективніше проектування і будівництва об'єктів нової інфраструктури.

Важливою вимогою до інфраструктури є достатня протяжність двоколійних ділянок або обгінних пунктів, які дозволять приймати поїзди довжиною до 4 км. Маршрути курсування довгосоставних і великовагових поїздів слід обирати по більш вантажонапружених залізничних лініях, дивлячись на обсяги перевезень таких вантажів: кам’яне вугілля, залізна руда.

В структурі вантажних залізничних перевезень понад 60 % припадає на масові вантажі, які транспортуються великими партіями на значні відстані – вугілля (19 %), руда (27 %), будматеріали (14 %), кокс (2 %), зерно і продукти помелу (9 %) та ін. [3]. Прогнозується значне збільшення обсягів перевезень насамперед на тих напрямках, які забезпечують доставку вантажів у морські порти країни, а також в регіонах зі значним зростанням вантажної бази (рис. 3). За 2015 р. Південною залізницею було відправлено близько 190 поїздів масою 8000 т.

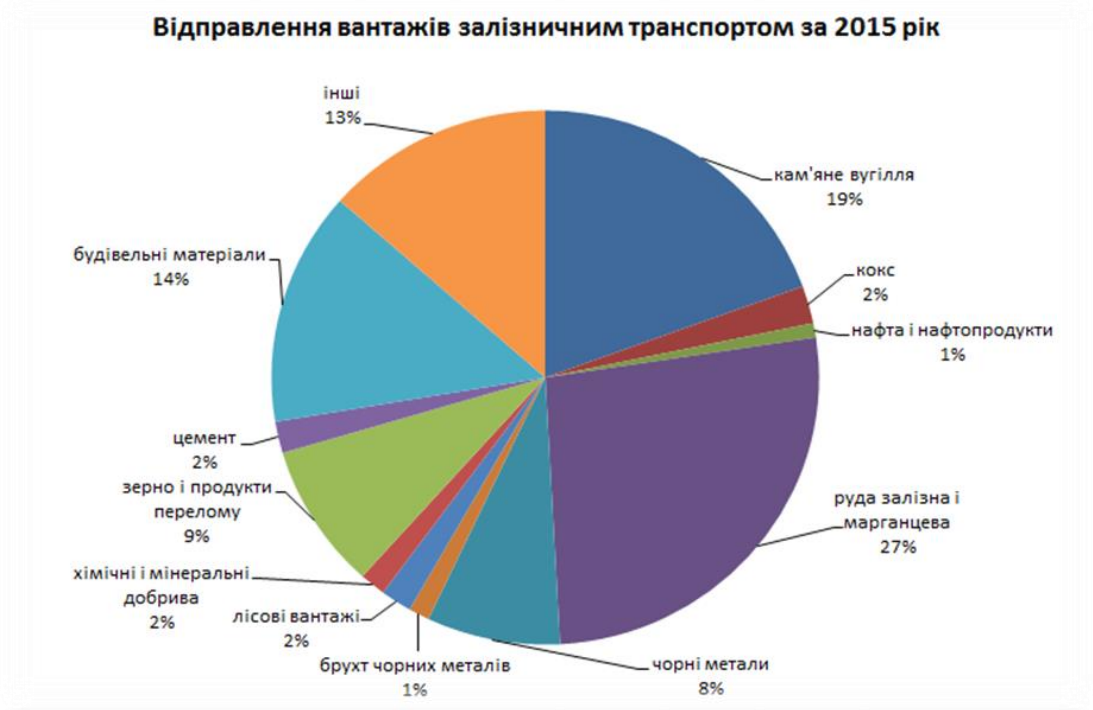


Рис. 3. Відправлення вантажів залізничним транспортом за 2015 рік

Перспективними напрямами співробітництва України і ЄС є залучення додаткових обсягів транзитних вантажопотоків за рахунок впровадження перевезень контрейлерів великоваговими і довгосоставними поїздами не тільки територією України, а і нових напрямків руху: Європа – Кавказ – Азія; ТРАСЕКА (Великий Шовковий шлях); Чорне море – Балтійське море із залученням додаткових вантажопотоків з Туреччини (у прямому напрямку) та із Скандинавських країн (у зворотному напрямку).

У світовій практиці простежується неухильна тенденція вдосконалення технології вантажних перевезень, пов'язана з концентрацією транспортних потоків і зростанням контрейлерних і контейнерних перевезень по інтермодальних транспортних коридорах, які повинні стати основою єдиної глобальної транспортної мережі XXI століття, створення і функціонування якої є одним з головних завдань євроазіатської транспортної політики.

Розвиток великовагового руху дозволить значно збільшити середню вагу поїзда, середньодобову продуктивність локомотивів і ефективно використовувати їх потужність. Крім того, знизяться експлуатований парк локомотивів і кількість локомотивних бригад, вивільняться «нитки» графіка для підвищення пропускних і провізних спроможностей полігонів мережі.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Як з економічної, так і з екологічної точок зору, вантажні залізничні перевезення вважаються найбільш переважними, принаймні при перевезеннях масових вантажів на далекі відстані. Щоб оптимально використовувати наявну інфраструктуру, доцільно впроваджувати поїзди підвищеної маси і довжини. Впровадження нових технічних систем на рухомому складі не вимагає великих витрат

часу і економічно набагато ефективніше проектування і будівництва об'єктів нової інфраструктури. У найближчі десятиліття клієнтура отримає особливо привабливі рішення проблеми залізничних перевезень, що базуються на таких системах.

Список використаних джерел

1. Захаров, С.М. Развитие тяжеловесного движения в мире [Текст] / С.М. Захаров, К.П. Шенфельд // Вестник ВНИИЖТ. – 2013. – №4. – С. 9-18.

2. Безопасность движения поездов при организации тяжеловесного движения [Текст] / Тематическая подборка. – Екатеринбург, 2012. – 30 с.

3. Відправлення вантажів залізничним транспортом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2015/tz/opr/opr_u/opr0715_u.htm.

4. Бутько, Т.В. Формування методики визначення кількості великовагових поїздів на залізничному напрямку [Текст] / Т.В. Бутько, Д.О. Григоренко // Зб. наук. праць Укр держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип.140. – С. 48-55.

5. Укрзалізниця працює над створенням електрифікованого ходу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/317864/ .

6. Блохин, Е.П. Исследование продольной нагруженности длинносоставных грузовых поездов при торможении [Текст] / Е.П. Блохин Л.В. Урсуляк Я.Н. Романюк // Наука и прогресс транспорта. – 2011. – №38. – С. 7-16.

7. Вождение тяжеловесных и длинносоставных поездов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://refsurf.ru/1920130982.html.

8. Водіння великовагових поїздів через перевали за маршрутом Коломия–Рахів Львівської залізниці у 50-60-ті роки минулого століття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://rail-man.com/zhittja/novina/article/vodinnja-velikovagovikh-pojizdiv-cherez-perevali-za-marshr/.

9. Климова, Н.В. Экономическая оценка вариантов транспортировки судовой партии контейнеров автомобильным и железнодорожным транспортом [Текст] / Н.В. Климова // Экономика железных дорог. – 2013. – №11. – С. 62-72.

10. Світлична, А.В. Аналіз шляхів розвитку комбінованих перевезень в Україні [Текст] / А.В. Світлична // Зб. наук.праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип 13.

11. Проект Marathon: длинносоставные поезда во Франции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zdmira.com/news/proektmarathondlinnosostavnyepoezdavofrancii.

12. Курбасов, А.С. Тяжеловесное движение грузовых поездов на российских железных дорогах: за и против [Текст] / А.С. Курбасов // Наука и транспорт. – № 3.– 2012.– С.15-17.

13. Технология формирования и пропуска поездов повышенной длины и массы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vunivere.ru/work46620/page16.

Лаврухін Олександр Валерійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління вантажною і комерційною роботою. Тел. 730-10-85.
Котенко Анатолій Миколайович, доктор технічних наук, професор, кафедра управління вантажною і комерційною роботою. Тел. 730-10-85.
Світлична Аліна Володимирівна, аспірант, кафедра управління вантажною і комерційною роботою. Тел. 730-10-85.
Шевченко Віталій Іванович, кандидат технічних наук, кафедра управління вантажною і комерційною роботою. Тел. 730-10-85.

Lavruhin Oleksandr Valeriyovich, doct. of techn. sciences, professor, head of the Department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport, tel. 730-10-85.
Kotenko Anatoliy Mikolayovich, doct. of techn. sciences, professor, department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport, tel. 730-10-85.
Svetlichnaya Alina Volodymyrivna, postgraduate, Department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport, tel. 730-10-85.
Shevchenko Vitaliy Ivanovich, cand. of techn. sciences, Department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport, tel. 730-10-85.

Стаття прийнята 16.09.15 р.

УДК 656.029.4

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ВАНТАЖНОЇ РОБОТИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ВЛАСНИКІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ІЗ ЗАЛІЗНИЦЕЮ

Доктори техн. наук О.В. Лаврухін, В.С. Блиндюк, асист. Г.Є. Богомазова, асп. А.М. Киман, магістри М.О. Тофан, Р.Б. Розумович

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СОБСТВЕННИКОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГОЙ

Доктора техн. наук А.В. Лаврухин, В.С. Блиндюк, ассист. А.Е. Богомазова, асп. А.Н. Киман, магистры М.О. Тофан, Р.Б. Розумович

IMPROVEMENT THE TECHNOLOGY OF OPERATIONAL PLANNING OF CARGO WORK IN THE INTERACTION OWNERS OF ROLLING STOCK WITH RAILWAYS

Doctors of techn. sciences O. Lavruhin, V. Blindyuk, assistant G. Bogomazova, graduate student A. Kiman, masters M. Tofan, R. Rozumovych

Розглядається організація роботи залізничного транспорту з промисловими підприємствами. Виявлено недоліки в технології оперативного планування вантажної роботи на залізницях України. Запропонована оптимізаційна модель розрахунку оперативного плану вантажної роботи залізничної станції із системою обмежень. Пропонується створення єдиної системи управління парком вантажних вагонів для взаємозаміни вагонів різних форм власності у випадку нестачі того чи іншого рухомого складу.

Ключові слова: *власні вагони операторів, інвентарний парк, резервний парк вагонів, оперативне планування.*

Рассматривается организация работы железнодорожного транспорта с промышленными предприятиями. Выявлены недостатки в технологии оперативного планирования грузовой работой на железных дорогах Украины. Предложена оптимизационная модель расчета оперативного плана грузовой работы железнодорожной станции с системой ограничений. Предлагается создание единой системы управления парком грузовых вагонов для взаимозамены вагонов различных форм собственности в случае недостачи того или иного подвижного состава.

Ключевые слова: *собственные вагоны операторов, инвентарный парк, резервный парк вагонов, оперативное планирование.*

We considered the organization of work of rail transport with industry. The deficiencies in operational planning in freight work on railroads of Ukraine are revealed. We are proposed the optimization model on calculation of the operational plan of the cargo work on railway station with system limitations. The paper proposes the creation of a unified system control of cargo wagons park for cars interchange the different forms of ownership in the event of a shortage of that or another rolling stock. Such reserve park of wagons allows the replacement of private cars on inventory and vice versa. Thus, owners of rolling stock reduces the risk of maintenance costs wagon unproductive downtime or delay in supply wagons for loading due to their shortage. Under this system, the railway compensates the lack of rolling stock using the own carrier wagons of operator companies. This will expand the cargo and customer database.

Keywords: *operators of own wagons, inventory park, reserve park of wagons, operational planning.*

Вступ. В сучасних умовах ринкових відносин між виробниками і споживачами матеріальних ресурсів ускладнюється організація роботи транспорту з промисловими підприємствами. В сфері транспорту задіяні великі людські і матеріальні ресурси, в тому числі рухомий склад, вантажно-розвантажувальні машини. Від ефективності

використання ресурсів істотно залежить собівартість продукції та рентабельність залізниці. Це можливо досягти за рахунок удосконалення існуючих технологій взаємодії залізничного транспорту із клієнтами.

Неузгодженість між роботою залізниці та замовниками послуг на перевезення продукції, у своїй більшості, обумовлюється недосконалою діючою системою оперативного планування та управління перевізним процесом. Оперативне планування вантажної роботи на залізницях України є важливою складовою системи організації перевізного процесу і повинно забезпечувати виконання норм навантаження, вивантаження, передачі поїздів і вагонів на суміжні з Україною держави, між залізницями і дирекціями, здавання порожніх вагонів в регулювання, виконання технічних норм використання рухомого складу, нормативів графіка руху. Оперативне планування є важливим засобом в забезпеченні рівномірності в поїзній і вантажній роботі [1].

Постановка проблеми у загальному вигляді. На даний час актуальні такі методи планування розподілу обмеженого матеріального ресурсу, які спрямовані на удосконалення технології роботи основних залізничних підрозділів з безумовною орієнтацією їх діяльності на задоволення основних потреб клієнтів (своєчасне надання вагонів для перевезення, під навантаження та розвантаження, доставка вантажу точно у строк та його схоронність), а також додаткових послуг, до яких відноситься надання оперативної та достовірної інформації у реальному режимі часу щодо знаходження вагонів. Виникає необхідність оцінки ефективності використання рухомого складу з точки зору клієнтури та з позиції отримання максимального прибутку для Укрзалізниці.

Згідно з даними Укрзалізниці, спостерігаються коливання обсягів навантаження (рис. 1) та вивантаження (рис. 2) загалом по залізницях, що обумовлено і сезонним фактором також. Мінливість перевезення вантажів спричиняє труднощі із просуванням вагонопотоків при плануванні оперативної роботи полігонів залізниці. Ця нерівномірність негативно відбивається на раціональному використанні рухомого складу.

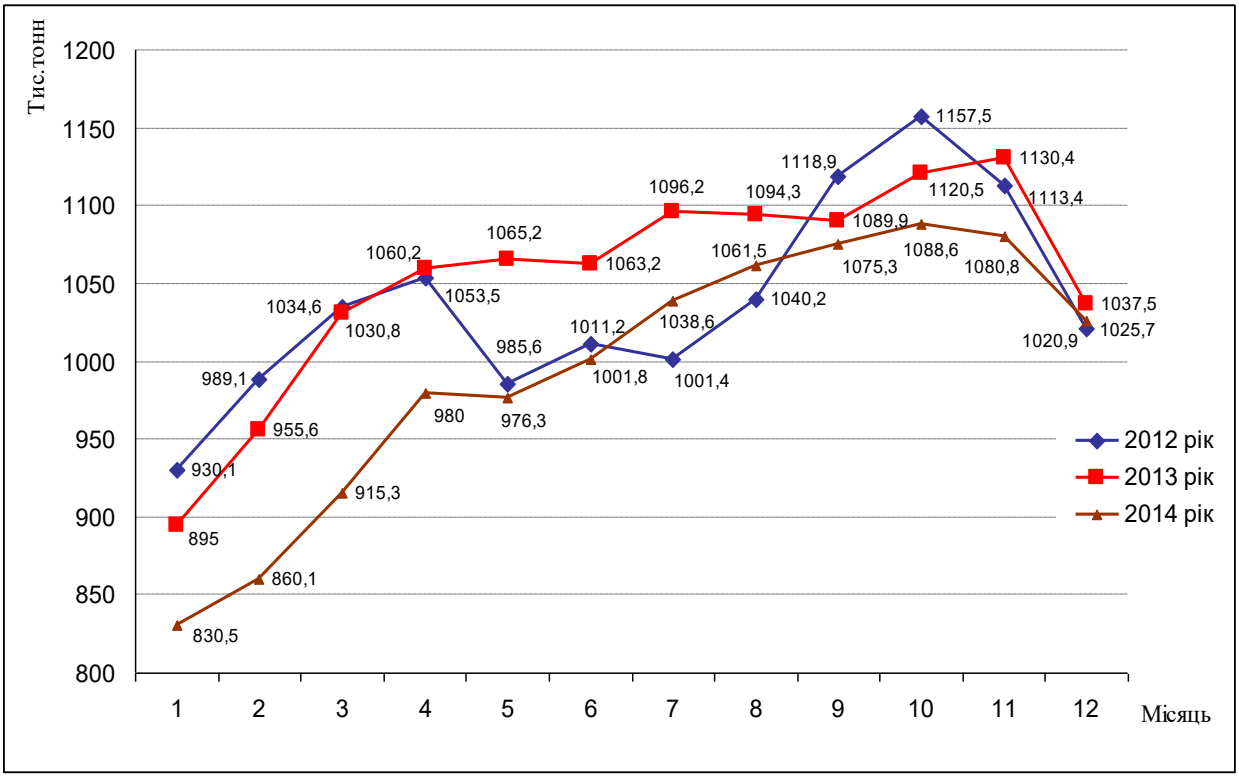


Рис. 1. Динаміка зміни середньодобового навантаження в тисячах тонн по Укрзалізниці за місяцями

Коливання обсягів перевезень відбувається при збільшені або зменшені обсягів роботи, що ускладнює процес планування поїздо- і вагонопотоків. При щорічному скорочені робочого інвентарного парку вагонів (рис. 3), існування проблеми раціонального використання засобів транспорту посилюється.

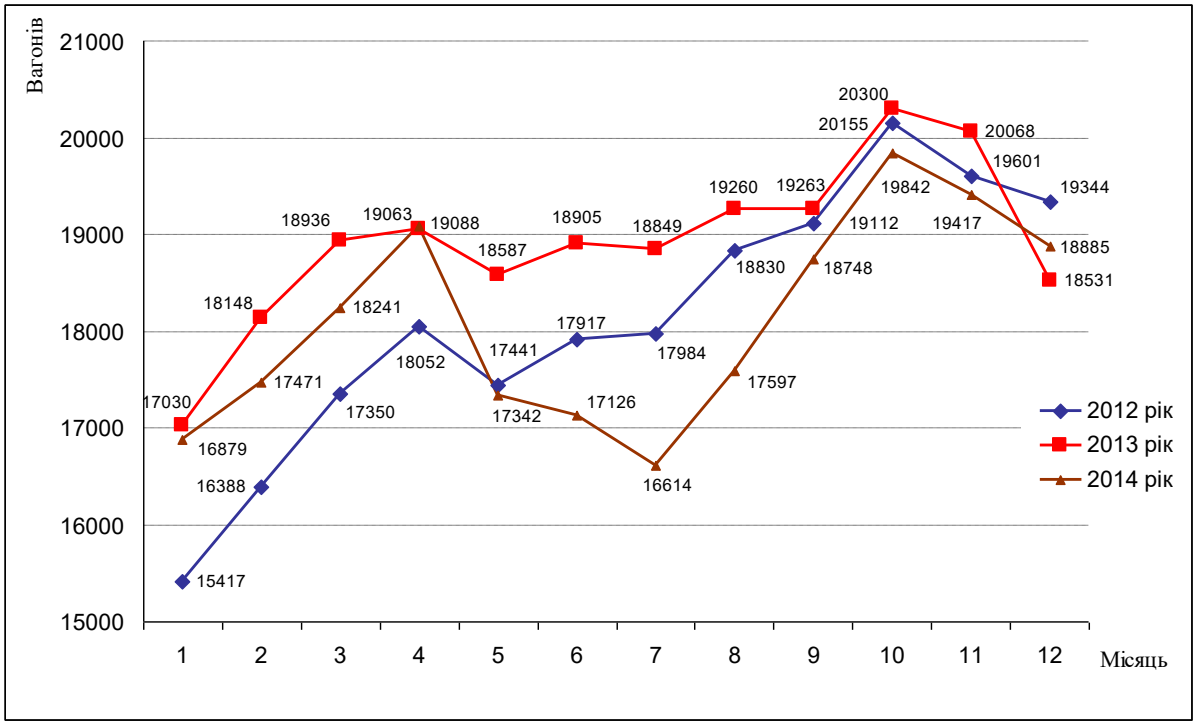


Рис. 2. Динаміка зміни середньодобового вивантаження у вагонах по Укрзалізниці за місяцями

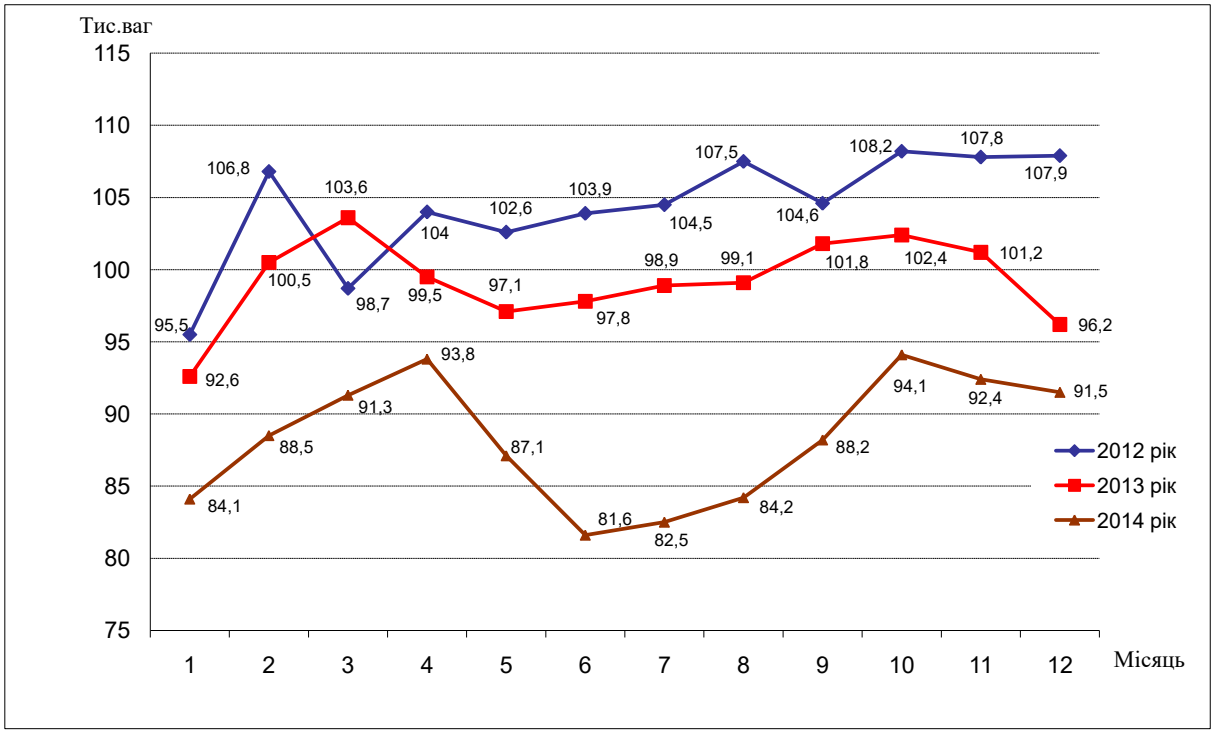


Рис. 3. Динаміка зміни середньодобового робочого парку вагонів по Укрзалізниці за місяцями

Від ефективної організації вантажних вагонопотоків на залізничному транспорті значною мірою залежить ритм роботи всієї мережі. Однак, як показали дослідження, за наявності великої кількості власників рухомого складу вирішити цю задачу вельми непросто. До того ж, на формування попиту на вантажні вагони впливають випадкові події, а це призводить до змін термінів і обсягів перевезених вантажів, що вирішується в оперативному порядку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Роботи [2-4] присвячені оперативному плануванню роботи станцій в умовах невизначеності та постійної мінливості, а також раціональній технології розподілу рухомого складу на залізничному полігоні. В цих роботах не було враховано технологію роботи вагонів приватних та іноземних. В дослідженнях [5-8] розглядаються інформаційні технології з організації управління вагонів операторських компаній, розробляється організаційно-технологічна модель управління парком вантажних вагонів різних форм власності з урахуванням пріоритетного обслуговування вантажовідправників, вантажоодержувачів. Задача оптимального варіанта вибору кількості вагонів та їх форми власності за мінімальними значеннями сумарних експлуатаційних витрат вирішувалась в публікаціях [9, 10]. В [11] автори пропонують вагони операторських компаній відправляти за постійно визначеним маршрутом, що, на наш погляд, не є раціонально в умовах недостачі транспортних ресурсів.

Визначення мети та задачі дослідження. При потенційній можливості зміни обсягів перевезень не обов'язково виконувати всі перевезення тільки за рахунок використання власних вагонів операторів. При плануванні слід враховувати ризик отримання витрат на утримання вагонів при непродуктивних простоях або несвоєчасній подачі вагонів під навантаження у зв'язку з їх недостачею. При цих умовах пропонується часткове використання вагонів інвентарного парку як резервного.

Основна частина дослідження. Питання ефективності використання рухомого складу виникає у разі простою вагонів, а також з вагонами, що належать іншим державам. Для ефективного управління доцільно розподілити вагони за формою власності, що дозволить виявити відхилення від виконання оперативного плану. Щоб стабілізувати ринок вантажних перевезень пропонується заміщення вагонів однієї форми власності на іншу. Для цього необхідне створення єдиної системи управління парком вантажних вагонів (ЄСУ ПВВ) [12]. Ця система повинна розглядатися в комплексі двох взаємозалежних елементів:

- взаємодія залізничної адміністрації та учасників Угоди про ЄСУ ПВВ;
- взаємодія залізничної адміністрації та операторських компаній.

Подібна схема ЄСУ ПВВ забезпечить:

а) підвищення ефективності керування перевізним процесом;

б) скорочення витрат власників рухомого складу на організацію бізнесу;

в) гарантоване забезпечення перевезення вантажів навантажувальними ресурсами залізничної адміністрації й інших власників;

г) скорочення часу проходження вагонів під вантажними операціями;

д) підвищення ефективності роботи рухомого складу внаслідок їм властивої універсальності;

е) зниження тарифного навантаження на користувачів послуг залізничного транспорту.

Об'єднання парків різних операторів дозволить розширити вантажну та клієнтську базу даних, що дає змогу проводити оптимізацію вагонопотоків, скорочувати витрати, удосконалити структуру парку рухомого складу, стабілізувати вагонообіг для досягнення зменшення пробігу, розподілу вагонопотоків на залізницях України. Доцільно заміняти їх вагонами іншої форми власності. Створення нового парку вагонів для взаємозаміни вагонів різних форм власності надає можливість заміни приватних вагонів на інвентарні та навпаки, у випадку нестачі того чи іншого рухомого складу – резервний парк вагонів. Згідно з цим, оптимізаційну модель розрахунку оперативного плану роботи залізничної станції можливо сформулювати так:

$$\Delta R = \sum_{i=1}^{l} \sum_{p=1}^{k} \left(R_{ip}^{пл} - R_{ip}^{вик} \right) \to \min, \quad (1)$$

при цьому

$$R_{ip}^{вик} = R_{ip}^{вл} + R_{ip}^{ін} + R_{ip}^{уз}. \quad (2)$$

Тоді

$$\Delta R = \sum_{i=1}^{l} \sum_{p=1}^{k} \left(R_{ip}^{пл} - \left(R_{ip}^{вл} + R_{ip}^{ін} + R_{ip}^{уз} \right) \right) \to \min, \quad (3)$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} a^1 \geq m_n, \\ a^2 \geq m_n, \\ a^3 \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

де ΔR – параметр виконання плану;

$R_{ip}^{пл}$ – планована кількість поїздів, що переробляються на станції (прибуття, відправлення, формування маршрутів);

$R_{ip}^{вик}$ – реальне виконання поїзної роботи станції;

$R_{ip}^{вл}$ – кількість власних вагонів;

$R_{ip}^{ін}$ – кількість іноземних вагонів;

$R_{ip}^{уз}$ – кількість вагонів, що належать Укрзалізниці;

a^1 – наявна кількість вагонів на станції та на підходах до неї для формування маршруту відправлення, ваг;

m_n – нормативна довжина маршруту на певному напрямку, ваг;

a^2 – наявна вивантажувальна спроможність підприємства, до якого призначено маршрут, ваг;

a^3 – кількість технічних станцій на шляху прямування маршруту.

Виходячи з цього, при відомих виробничо-технічних ресурсах і витратах на виконання робіт забезпечується максимальний ефект у досягненні поставленої мети (переробляти максимальну кількість вантажів, мінімізувати терміни доставки вантажів, забезпечувати максимальне збереження вантажів).

Висновок. Таким чином, оптимізаційна модель розрахунку оперативного плану вантажної роботи залізничної станції дасть можливість для збільшення обсягів перевезень, а також збільшення прибутку через зменшення обороту вагонів різних компаній-перевізників. Підвищення рівня ефективності використання та обороту вагонів за рахунок скорочення непродуктивних простоїв надасть додатковий ресурс для збільшення обсягів вантажоперевезень в Україні.

Список використаних джерел

1. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України [Текст]: № 969-ЦЗ, ЦД-0052: затв. наказом Укрзалізниці 15.12.04. – К.: Укрзалізниця, 2004.

2. Лаврухін, О.В. Формування оптимізаційної моделі розрахунку оперативного плану поїзної роботи залізничної станції [Текст] / О.В. Лаврухін, Ю.В. Доценко, П.В. Долгополов // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 137. – С. 30-34.

3. Бутько, Т.В. Удосконалення технології організації перевезень в умовах невизначеності на основі раціонального використання засобів транспорту [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін // Зб. наук. праць ДонІТЗ. – 2006. – Вип. 8. – С. 21-29.

4. Богомазова, Г.Є. Проблема вибору раціонального варіанту організації вагонопотоків [Текст] / Г.Є. Богомазова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Вип. 1/3 (49). – С. 33-35.

5. Данько, М.І. Удосконалення організаційно-технологічної моделі використання вантажних вагонів різної форми власності на залізницях України [Текст] / М.І. Данько, Д.В. Ломотько, В.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 129. – С. 5-12.

6. Кулешов, В.В. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами різних форм власності з метою оптимізації пропускної спроможності залізничних транспортних систем [Текст] / В.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 83-90.

7. Данько, М.І. Формування вимог до технології взаємодії залізничних адміністрацій і власників рухомого складу [Текст] / М.І. Данько, Д.В. Ломотько, В.М. Запара, В.В. Кулешов // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124 – С. 5-11.

8. Кулешов, В.В. Удосконалення технології перевезень парком вагонів операторських компаній на станціях вузла [Текст] / В.В. Кулешов, О.Ю. Толбатов, Т.Р. Чурилик // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 135 – С. 107-11.

9. Лаврухин, А.В. Усовершенствование регулирования парка грузовых вагонов разных собственников [Текст] / А. В. Лаврухин, А. Е. Богомазова // Логистическое управление грузо- и вагонопотоками: Труды специалистов УкрГАЖТ. – Германия: Palmarium Academic Publishing, 2014. – – С. 83-95.

10. Лаврухин, О.В. Наукові підходи до вдосконалення технології експлуатації вантажних вагонів всіх форм власності [Текст] / О.В. Лаврухин, Г.С. Бауліна, Г.Є. Богомазова // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспоті. – Харків: УкрДУЗТ. – С. 48-55.

11. Бутько, Т.В. Формалізація процесу управління парком вантажних вагонів операторських компаній [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Вип. 2/3 (68) – С. 55-58.

12. Підвищення якості оперативного планування роботи вантажних вагонів всіх форм власності [Текст] / О.В. Лаврухин, Г.Є. Богомазова // Людина, суспільство, комунікативні технології: матеріали ІІІ Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків-Красний Лиман, 18-19 верес. 2015 р.) / УкрДУЗТ Краснолиманська філія, Інст. філософії ім. Г. Сковороди НАН Укр., Краснолиман. Центр професійн. розвитку персоналу ДП «Донецька залізниця». – Харків, 2015. – С. 263.

Лаврухін Олександр Валерійович, д-р техн. наук, професор кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057)-730-10-85. E-mail: creattel@mail.ru.

Блиндюк Василь Степанович, д-р техн. наук, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-03.

Богомазова Ганна Євгенівна, асистент кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057)-730-10-85, 21-97. E-mail: anbogomazova@mail.ru.

Киман Андрій Миколайович, аспірант кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057)-730-10-85.

Тофан Михайло Орестович, магістр групи 12-V-УППМ, Український державний університет залізничного транспорту. Tel.: (057) 730-10-85.

Розумович Роман Богданович, магістр групи МЗ-ОПУТ-Б-13, Український державний університет залізничного транспорту. Tel.: (057) 730-10-85.

Lavruhin Oleksandr Valeriovych d-r of techn. science, professor department of freight and commercial work Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85. E-mail: : creattel@mail.ru.

Blindyuk Vasil Stepanovych, d-r of tech. science, associate professor, vice-rector for scientific and pedagogical work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-03.

Bogomazova Ganna Yevgenivna, assistant department of freight and commercial work Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85, 21-97. E-mail: anbogomazova@mail.ru.

Kyman Andriy Mykolaiovych, graduate student department of freight and commercial work Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Tofan Mykhailo Orestovych master of a group 12-V-UPPM Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Rozumovych Roman Bogdanovych, master of a group MZ-OPUT-B-13 Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Стаття прийнята 04.09.15 р.

УДК 656.25

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ И РОССИИ

Доктора техн. наук А.Н. Огарь, Ю.О. Пазойский,
кандидаты техн. наук А.В. Розсоха, А.А. Сидраков, соискатель науч. степени Ю.В. Смачило

ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ ТА РОСІЇ

Доктори техн. наук О.М. Огар, Ю.О. Пазойський,
кандидати техн. наук О.В. Розсоха, О.А. Сідраков, здобувач наук. ступеня Ю.В. Смачило

THE FUNCTIONING OF SYSTEMS OF MANAGEMENT OF SAFETY OF TRAFFIC ON THE RAILWAYS OF UKRAINE AND RUSSIA

Doctors of technical sciences A. Ogar, Y. Pazoysky,
Doctor of Science (Ph.D.) A. Rozsokha, A. Sydrakov, Applicant of the scientific degree Y. Smachilo

Проведено аналіз функціонування систем управління безпекою руху поїздів на залізницях України і Росії. Управління безпекою руху вимагає нових підходів та методологій, реалізація яких повинна внести суттєві корективи в нині чинну систему управління безпекою перевезень. У висновку наведені приклади таких методологій, які в даний час є актуальними для України.

Ключові слова: *безпека руху поїздів, система управління безпекою руху, ефективність роботи залізниць.*

Проведен анализ функционирования систем управления безопасностью движения поездов на железных дорогах Украины и России. Управление безопасностью движения требует новых подходов и методологий, реализация которых должна внести существенные коррективы в ныне действующую систему управления безопасностью перевозок. В заключении приведены примеры таких методологий, которые в настоящее время являются актуальными для Украины.

Ключевые слова: *безопасность движения поездов, система управления безопасностью движения, эффективность работы железных дорог.*

The analysis of functioning of systems of management of safety of movement of trains on the Railways of Ukraine and Russia. Analyzing the frequency of transport events occurring on railway transport of Ukraine, we can say that showing positive dynamics to reduce the number of accidents. But it should be noted that under the present system, ensure the safe movement of trains and although there is a slight decline in the number of traffic accidents, but the losses are higher in this case. The existing regulatory framework Railways of Ukraine requires comparison with foreign standards and the subsequent establishment of uniformity with regard to the peculiarities of the country. For example, international standards RAMS and innovative methodology STMS on the Ukrainian Railways should be developed and implemented its own information security management system of trains. Is the actual implementation of systems for decision support based on assessment of risk. The experience of Russia and countries of European Union development methodologies security must be supported by normative-methodical documents.

Keywords: *traffic safety of trains, the system of management of safety of traffic, the efficiency of Railways.*

Вступление. Железнодорожный транспорт – одна из важнейших отраслей экономики любой страны. Он обеспечивает потребности хозяйства и населения в перевозках, а также является крупнейшей составляющей частью материально-технической базы страны.

Значительный рост конкуренции в транспортной сфере вынуждает железные дороги сфокусироваться на развитии данной

отрасли и повышении ее конкурентоспособности. При этом повышение безопасности движения поездов является одной из важнейших неотъемлемых задач отрасли.

В последнее десятилетие железные дороги стран «пространства 1520» продолжают активное реформирование железнодорожного сектора. И, безусловно, реформы и изменения, происходящие на железнодорожном транспорте, не могли не повлиять на повышение безопасности движения поездов.

В Транспортной стратегии Украины на период до 2020 года [1] и Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [2] говорится, что уровень безопасности не соответствует современным требованиям. Таким образом, вопросы обеспечения безопасности движения поездов являются весьма актуальными.

Анализ литературных данных и постановка проблемы. Вопросами безопасности движения поездов и развитием теории расчета показателей надежности работы железнодорожного транспорта занимались такие ученые, как Бутько Т.В., Болотный В.Я., Грау Б., Грунтов П.С., Жуковицкий И.В., Загарий Г.И., Замышляев А.М., Кобзев В.А., Кочнев Ф.П., Лисенков В.М., Модин Н.К., Негрей В.Я., Образцов В.Н., Правдин Н.В., Сапожников В.В., Сотников И.Б., Стефанов М.Я., Страковский И.И., Шабалин М.Г. и др. [3-5].

Профессором В.М. Лисенковым сформулированы принципы обеспечения безопасности отдельных составляющих технологических процессов, выполнена четкая классификация методов и способов обеспечения безопасности [4].

Профессор Замышляев А.М. внес значительный вклад в вопрос повышения безопасности движения на железнодорожном транспорте с использованием современных информационных технологий, что отразилось в создании им системы УРРАН [6].

Анализируя исследования указанных ученых, следует отметить, что подходы по определению уровня безопасности движения на железнодорожном транспорте были в основном направлены на получение результата по отдельной группе показателей. Комплексной оценке системы управления безопасностью движения поездов внимания в основном не уделялось.

Цели и задачи исследования. Целью данной работы является определение способов повышения эффективности функционирования железнодорожного транспорта путем комплексной оценки состояния безопасности движения поездов. Для этого необходимо проанализировать функционирование систем управления безопасностью движения поездов на железных дорогах Украины и России.

Функционирование системы управления безопасностью движения поездов железных дорог. Согласно утвержденного Министерством инфраструктуры Украины Положения о системе управления безопасностью движения поездов в Государственной администрации железнодорожного транспорта Украины [3], безопасность движения – это состояние защищенности движения железнодорожного подвижного состава, которое характеризуется отсутствием предельного риска возникновения транспортных происшествий и их последствий, которые могут причинить вред жизни и здоровью граждан, окружающей среде, имуществу физических или юридических лиц.

В вышеуказанном положении говорится, что система управления безопасностью движения поездов – комплекс мероприятий, позволяющих персоналу Укрзализныци, железных дорог, предприятий и их структурных подразделений эффективно проводить работу в сфере страхования движения поездов.

Общее количество транспортных происшествий на железных дорогах Украины, а также размер причиненных ими убытков с учетом инфляции [7] приведены на рис 1. Максимальными годами убыточности с 1995 по 2014 гг. являются 1996, 2001 и 2007 гг. Несмотря на положительную динамику уменьшения транспортных происшествий, количество причиненных ими убытков возрастает и в 2014 году составило 7525,72 тыс. грн (около 915 тыс. дол. США). Причиной указанных убытков являются транспортные происшествия, приведенные на рис. 2.

Анализ безопасности движения за 2014 года свидетельствует о том, что 84,7% случаев транспортных происшествий произошли по трем основным причинам: неисправность подвижного состава и элементов инфраструктуры, сход подвижного состава при маневрах и в поездах, а также неправильные действия причастных работников.

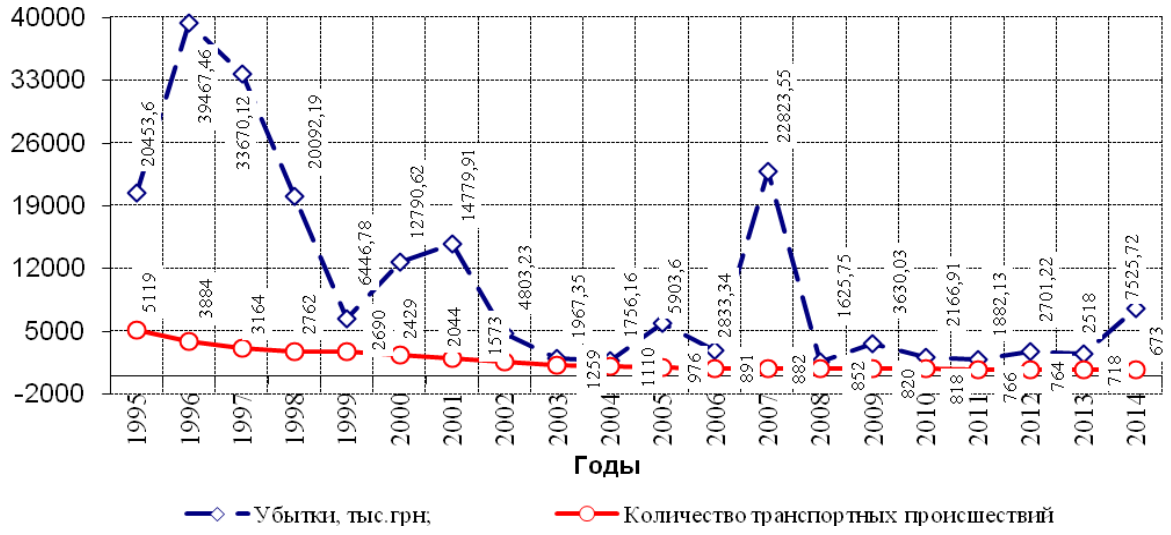


Рис. 1. Количество транспортных происшествий и размер убытков от их причинения на железных дорогах Украины

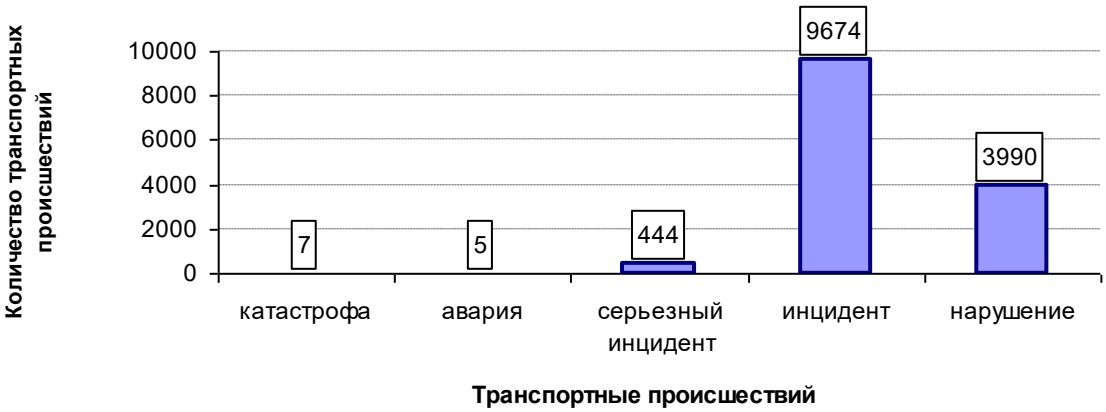


Рис. 2. Распределение количества транспортных происшествий по их видам на железных дорогах Украины в период с 2004 по 2014 гг.

Приведенное количество транспортных происшествий в соотношении к 100 млн ткм показано на рис. 3. За последнее десятилетие приведенное количество транспортных происшествий в соотношении к 100 млн ткм в целом сохраняется на одном уровне.

В отличие от девяностых годов двадцатого века среднее количество транспортных происшествий за сутки (рис. 4.) за последние десять лет так же стабильно и не превышает трех транспортных происшествий в сутки.

На рис. 5 приведено количество транспортных происшествий и размеры убытков от их причинения по хозяйствам Укрзализныци. Аббревиатурами обозначены следующие хозяйства: Д – перевозок; Т – локомотивное; П – путевое; В – вагонное; Ш – сигнализации и связи; Е – электроснабжения; Л – пассажирское; М – коммерческое (грузовое). Все данные о пригородном хозяйстве включены в статистику локомотивного хозяйства, поскольку транспортные происшествия в работе пригородного хозяйства напрямую связаны с функционированием подвижного состава.

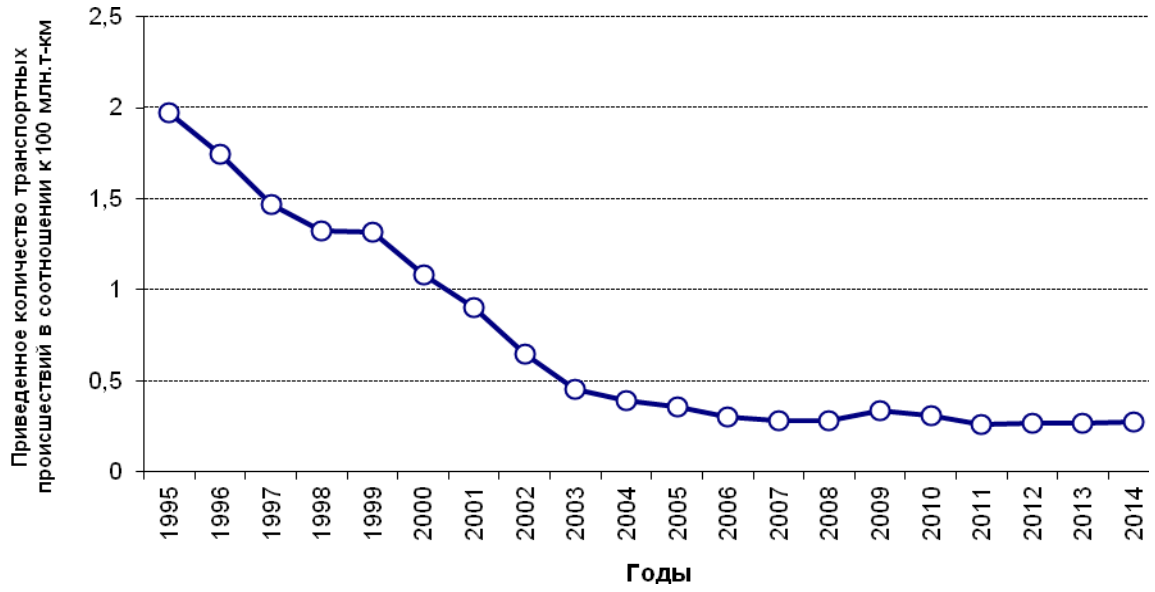


Рис. 3. Приведенное количество транспортных происшествий в соотношении к 100 млн ткм на железных дорогах Украины в период с 1995 по 2014 гг.

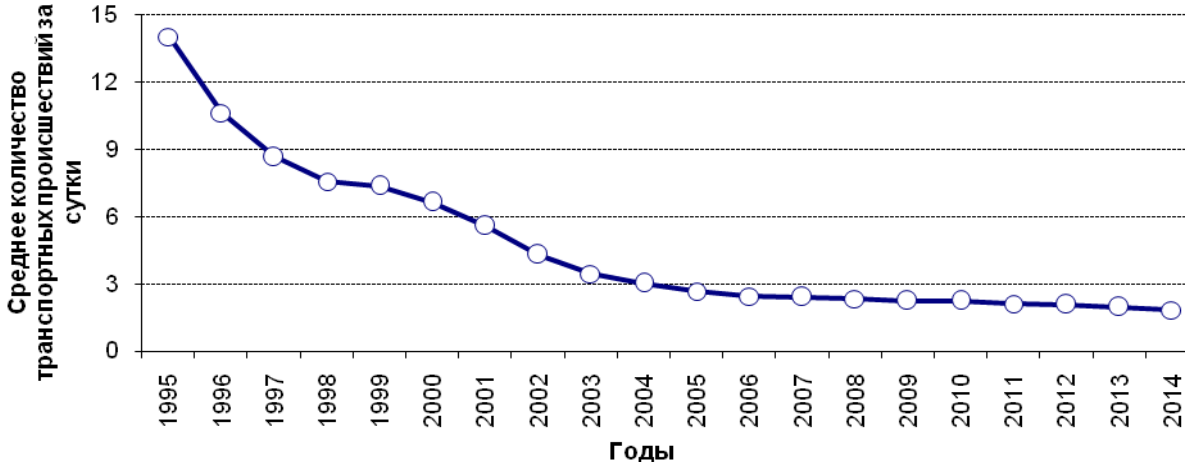


Рис. 4. Среднее количество транспортных происшествий за сутки на железных дорогах Украины с 1995 по 2014 гг.

Самые значительные убытки наблюдаются в хозяйствах П и М, далее за ними идут хозяйства Т, В и Д.

В 2014 году почти 47 % транспортных происшествий (42 случая) допущено по вине работников путевого хозяйства из-за неудовлетворительного содержания пути. В коммерческом хозяйстве самой распространенной ошибкой при возникновении транспортных происшествий является нарушение технических условий погрузки и крепления грузов.

На рис. 6, 7 показано распределение транспортных происшествий по хозяйствам украинских железных дорог.

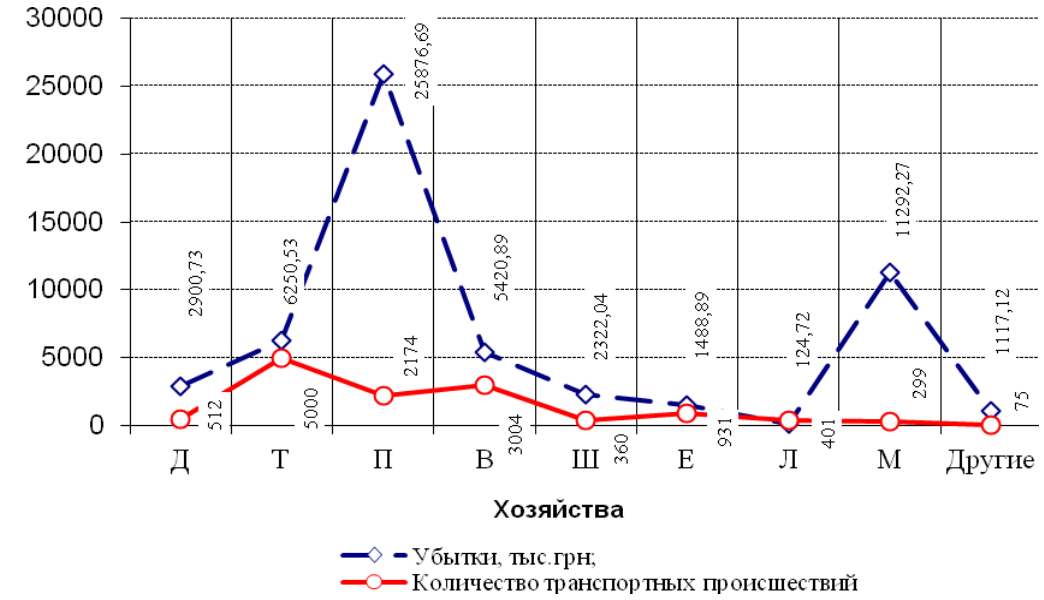


Рис. 5. Количество транспортных происшествий и размеры убытков от их причинения по хозяйствам Укрзализныци за период с 2004 по 2014 гг.

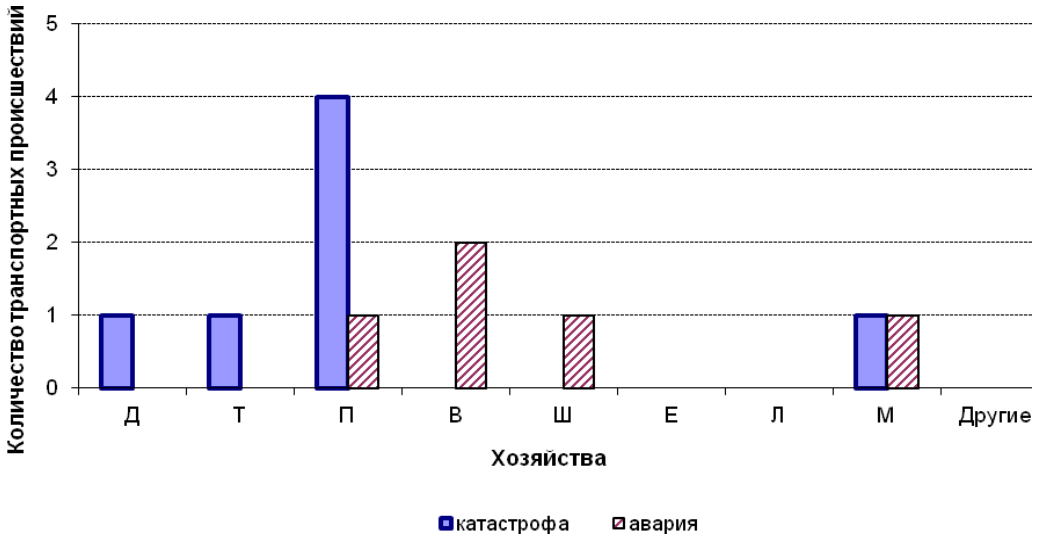


Рис. 6. Распределение количества катастроф и аварий по хозяйствам Укрзализныци за период с 2004 по 2014 гг.

Наибольшее количество катастроф произошло в путевом хозяйстве, за ним следуют хозяйства Д, Т и М. Самый напряженный год по количеству аварий и катастроф – 2007 (три катастрофы и три аварии). С 2008 года подобных случаев не зарегистрировано.

Согласно статистике по количеству инцидентов и нарушений на первом месте располагается локомотивное хозяйство (4118 инцидентов и 1397 нарушений), за ним следует вагонное хозяйство (2377 инцидентов, 820 нарушений) и путевое хозяйство (1399 инцидентов, 762 нарушения). Наибольшее количество серьезных инцидентов произошло в путевом хозяйстве – 179 случаев.

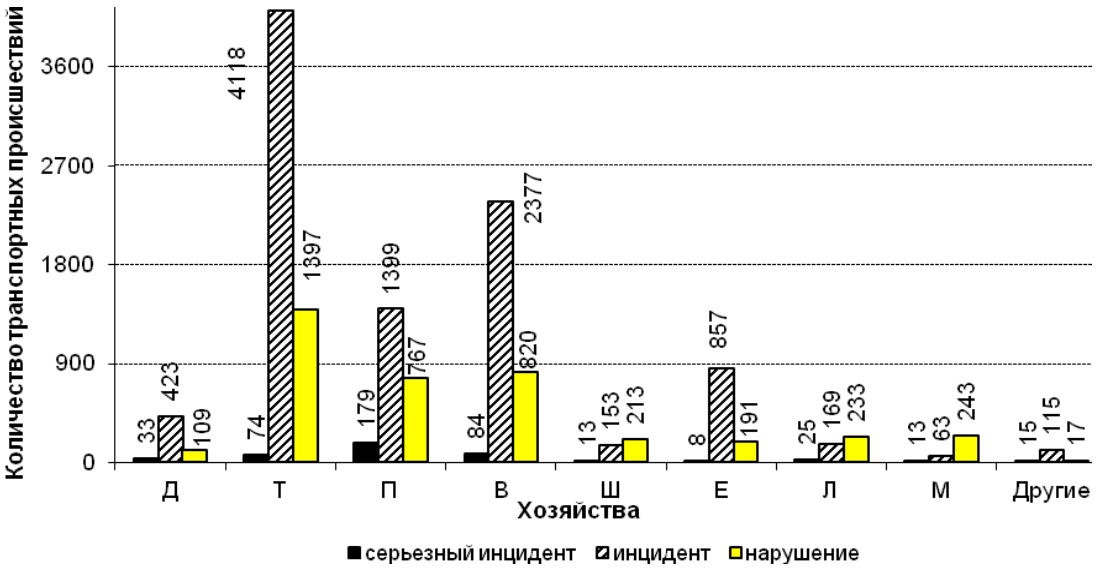


Рис. 7. Распределение количества серьезных инцидентов, инцидентов и нарушений по хозяйствам Укрзализныци за период с 2004 по 2014 гг.

В таблице указано количество транспортных происшествий, связанных с влиянием «человеческого фактора». Из общего количества транспортных происшествий за 2014 г. 471 случай, или 70 %, связаны с влиянием "человеческого фактора".

Таким образом, несмотря на ежегодное падение количества транспортных происшествий, ущерб от них с учетом влияния "человеческого" фактора остается практически неизменным.

На железных дорогах Российской Федерации процесс реформирования отрасли начался значительно раньше, чем на железных дорогах Украины. Как и все развитые страны, в процессе реформирования ОАО «РЖД» столкнулась с вопросом обеспечения безопасности перевозочного процесса и безаварийности работы железнодорожного транспорта.

Таблица

Количество транспортных происшествий, связанных с влиянием "человеческого фактора"

Год	Общее количество транспортных происшествий	Количество транспортных происшествий, связанных с влиянием "человеческого фактора"	То же в процентном соотношении
2004	1110	888	80
2005	976	769	79
2006	891	711	80
2007	882	742	84
2008	852	657	77,1
2009	820	649	79,1
2010	818	646	79
2011	766	596	77,8
2012	765	549	71,8
2013	718	535	74,5
2014	673	471	70
Вместе	9271	7213	77,8

За последние годы достигнут достаточно высокий уровень безопасности движения (в последние годы – не более 10 крушений). Если использовать для оценки уровня безопасности количество погибших пассажиров на 1 млрд пасс./км, то в России этот показатель равен 0,026, в Японии – 0,029, в США – 0,29. Таким образом, уровень безопасности в РФ на порядок выше, чем в США [8].

На рис. 8 приведено количество крушений и аварий, которые произошли на сети железных дорог России за период с 1996 по 2011 гг.

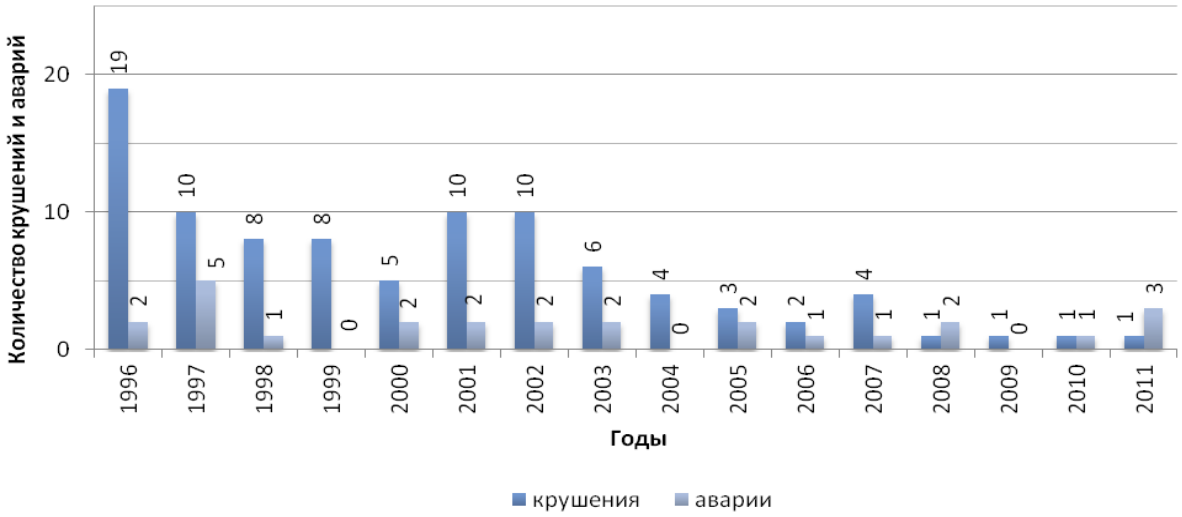


Рис. 8. Количество крушений и аварий на железных дорогах России за период с 1996 по 2011 гг.

Статистические данные ОАО «РЖД», представленные на рис. 8, демонстрируют значительное снижение количества крушений и аварий за период с 2003 по 2008 гг. В 2009 – 2011 гг. в условиях существенного изменения географии и роста напряженности грузопотоков, формирования новой модели транспортного рынка и роста числа независимых участников перевозочного процесса снижение количества крушений и аварий замедлилось. Деятельность этих участников существенно влияет на безопасность движения поездов, но при этом слабо регламентирована и стандартизирована.

Однако результатом целенаправленной деятельности по предупреждению нарушений безопасности движения "РЖД" в 2014 году явилось снижение аварийности до значения, предусмотренного Транспортной стратегией Российской Федерации, до 2,4 события на 1 млн поездо-километров.

Но все еще основной задачей инфраструктуры железнодорожного транспорта Российской Федерации является безусловное обеспечение потребностей экономики и населения в перевозках при безусловном обеспечении безопасности движения и надежности транспортных средств.

Доля стоимости основных фондов инфраструктуры железнодорожного транспорта составляет более 60 % от общей стоимости основных средств ОАО «РЖД», а доля эксплуатационных затрат на объекты инфраструктуры составляет порядка 35 % от общего объема эксплуатационных затрат.

Поэтому крайне важной задачей инновационного развития ОА «РЖД» является снижение стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры при условии обеспечения высокого уровня надежности технических средств [9].

В европейских странах эта задача решается на основе методологии обеспечения безотказности (Reliability), готовности (Availability), ремонтопригодности (Maintainability) и безопасности (Safety) на железнодорожном транспорте – RAMS, которая нормативно определена стандартом EN 0126. Однако она не в полной мере решает задачи управления надежностью, безопасностью,

ресурсами и не охватывает аспекты долговечности, предусмотренные российскими стандартами. Кроме того, RAMS практически не рассматривает "человеческий фактор" и не затрагивает проблемы управления затратами на содержание и модернизацию объектов инфраструктуры на этапах жизненного цикла [10].

Методология обеспечения безотказности, готовности, ремонтопригодности и безопасности приведена на рис. 9. Рост объемов перевозок грузов в России особенно наблюдается на Юго-Восточной железной дороге, которая обслуживает крупнейший промышленный регион европейской части страны, где расположены ряд крупных горно-обогатительных и металлургических комбинатов, пунктов налива нефтепродуктов, крупных цементных заводов и предприятий по производству химических удобрений. В таких условиях для этих предприятий необходимо совершенствование технологии работы станции с целью предотвращения рисковых ситуаций и минимизации ущерба в случае их возникновения.

Рис. 9. Критерии системы RAMS

В связи с этим требуется создание системы предупреждения отдельных ошибок, выявления несовершенства конструкций, несоответствия технологии работ, а также их различного сочетания. Применение факторного анализа позволит преодолеть сложившиеся недостатки современной системы управления безопасностью и перейти на качественно новый уровень развития данной системы, отличительными особенностями которого будут являться установление четкой взаимосвязи между понятиями «надежность» и «безопасность» и их показателями.

В Российской Федерации совместно ОАО «РЖД» и ОАО «НИИАС» была создана новая, не имеющая аналогов, система управления ресурсами, рисками на этапах жизненного цикла на основе анализа надежности на железнодорожном транспорте – УРРАН, внедренная на железных дорогах России [6, 11].

Внедрение системы УРРАН впервые началось в 2010 г. в путевом хозяйстве Северной железной дороги. Первые результаты были предоставлены уже в 2011 г. и стали подтверждением применимости разработанных критериев.

Методология УРРАН подкреплена нормативно-методическими документами: национальными стандартами, стандартами ОАО «РЖД», методиками.

Внедренная система поддержки принятия решений поддерживает не только непосредственно управление рисками, но и позволяет использовать результаты анализа для принятия управленческих решений.

В отличие от методологии RAMS, в системе УРРАН для оценки объектов по предельному состоянию дополнительно были добавлены такие показатели, как долговечность и живучесть. Систему управления ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла (УРРАН) можно наблюдать на рис. 10.

Рис. 10. Показатели системы УРРАН

Процесс управления рисками находится в непосредственной связи с управлением расходами на содержание инфраструктуры. Например, решение оптимизации жизненного цикла железнодорожного пути принимается на основе зависимости операционных затрат на техническое содержание от назначенного ресурса элементов железнодорожного пути. При этом область принятия решений о назначении вида ремонта не должна выходить за пределы допустимого уровня ресурсного риска (рис. 11) [12].

Для объективной оценки параметров надежности и корректного сопоставления различных участков пути в системе УРРАН, как и в европейской методологии, используются эталонные объекты и вводятся поправочные коэффициенты, учитывающие условия эксплуатации и конструктивные особенности верхнего строения пути. В отличие от европейских подходов при определении эталонных и стандартных объектов пути в системе УРРАН введены дополнительные поправочные коэффициенты, учитывающие пропущенный тоннаж и климатические условия эксплуатации.

Выводы. Анализируя частоту транспортных событий, происходящих в железнодорожном секторе Украины, можно отметить, что с 2003 г. наглядно видна положительная динамика по сокращению числа транспортных происшествий. Однако, просматривая тенденцию с 2004 г., можно сделать вывод, что при действующей системе обеспечения безопасности движения поездов хотя и сохраняется незначительная тенденция сокращения количества транспортных происшествий, но убытки при этом возрастают.

Существующая нормативная база железных дорог Украины требует сопоставления с иностранными стандартами и последующего формирования единообразия с учетом особенностей страны.

По примеру международных стандартов RAMS и инновационной методологии УРРАН на украинских железных дорогах также должна быть разработана и внедрена своя информационная система управления безопасностью движения поездов. Поскольку 78,7 % транспортных происшествий на железных дорогах Украины связаны с влиянием "человеческого фактора", актуальным является внедрение систем поддержки принятия решений, построенных на оценке риска.

По опыту России и стан Евросоюза безопасности должна подкрепляться разработка методологий обеспечения нормативно-методическими документами.

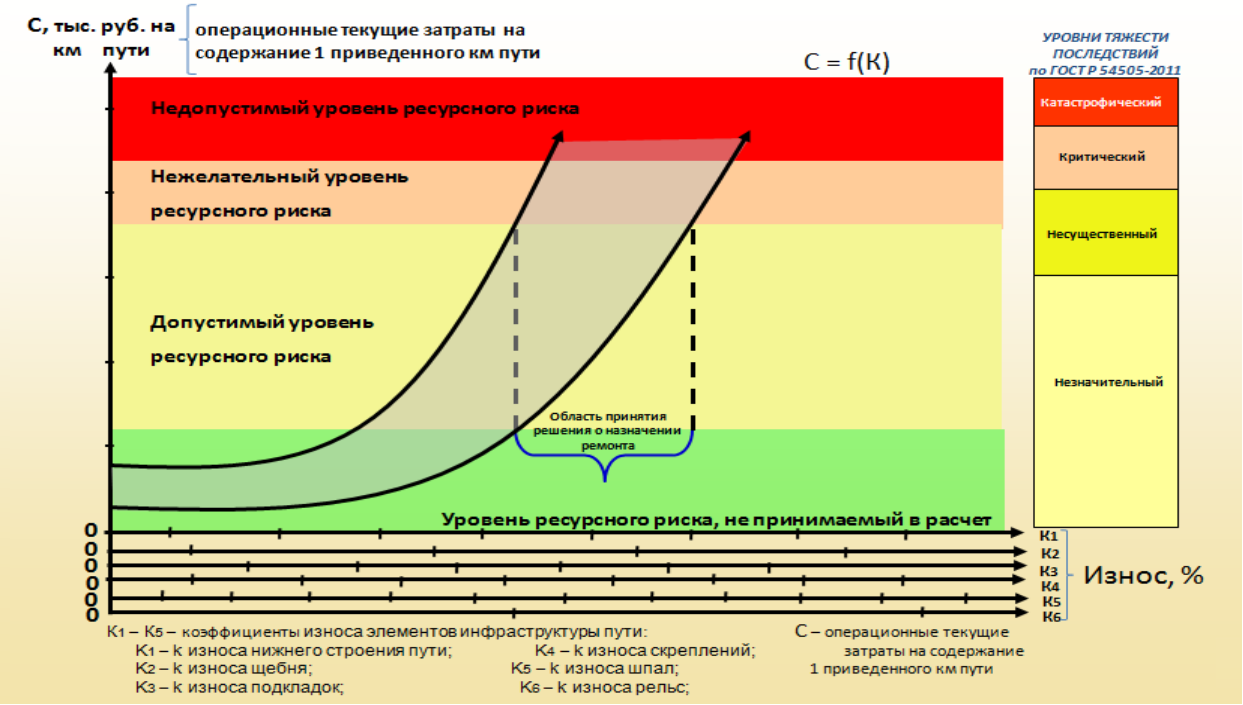


Рис. 11. Ресурсная модель оптимизации жизненного цикла железнодорожного пути на основе оценки физического износа элементов инфраструктуры

Список использованных источников

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-р.

2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13009.

3. Розсоха, О.В. Аналіз функціонування системи управління безпекою руху поїздів на залізницях України [Текст] / О.В. Розсоха, М.В. Люлін, О.В. Щербина // Залізничний транспорт України. – 2013. – № 5/6. – С. 21-25.

4. Лисенков, В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов [Текст] / В.М. Лисенков. – М., 1999. – 332 с. – (ВИНИТИ РАН).

5. Замышляев, А.М. Повышение безопасности движения на основе комплексной оценки состояния инфраструктуры железнодорожной станции [Текст]: дис… канд. техн. наук: 05.22.08 / Замышляев А.М. – М., 2005. – 291 с.

6. Замышляев, А.М. Управление техническим содержанием инфраструктуры ОАО "РЖД" на основе методологии УРРАН [Текст] / А.М. Замышляев // Презентация ОАО "НИИАС". – 2012. – 39 с.

7. Индекс инфляции (Украина) [Электронный ресурс] // Минфин. – 2015. – Режим доступа: http://index.minfin.com.ua/index/infl/.

8. Красковский, А.Е. Развитие ревизорского контроля по безопасности движения в компании ОАО "РЖД" [Текст] / А.Е. Красковский // Евразия Вести. – 2004. – №4. – С. 19–21.

9. Якунин, В.И. Стратегия инновационного развития ОАО "РЖД" на период до 2015 года (Белая книга ОАО "РЖД") [Текст] / В.И. Якунин. – М.: Транспорт, 2010. – 71 с.

10. Гапанович, В.А. Система УРРАН. Универсальный инструмент поддержки принятия решений [Текст] / В.А. Гапанович // Железнодорожный транспорт. – 2012. – №10. – С. 16–22.

11. Управление ресурсами, рисками на всех этапах жизненного цикла на основе анализа надежности УРРАН [Электронный ресурс] // Инновационный дайджест. – Режим доступа: http://www.rzd-expo.ru/innovation/accelerating_and_increasing_the_reliability_of_the_service_life_of_facilities/resource_management_risk_to_the_life_cycle_and_reliability_analysis_of_urr/.

12. Гапанович, В.А. На основе оптимизации стоимости жизненного цикла [Текст] / В.А. Гапанович // Железнодорожный транспорт. – 2013. – №6. – С. 26–34.

Огар Олександр Миколайович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.
Пазойський Юрій Ошарович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри залізничних станцій та вузлів, Московський державний університет шляхів сполучення. Тел.: (495) 684-23-87, (495) 684-23-93.
Розсоха Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.
Сідраков Олександр Андрійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів, Московський державний університет шляхів сполучення. Тел.: (495) 684-23-87, (495) 684-23-93.
Смачило Юлія Володимирівна, здобувач наукового ступеня кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.

Ogar Olexandr, Professor, Doctor of technical sciences, head of the Chair «Railway Stations and Junctions», Ukraine State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.
Pazoysky Yuriy, Professor, Doctor of technical sciences, head of the Chair «Rail1way Stations and Junctions», Moscow State University of Railway Engineering. Tel.: (495) 684-23-87, (495) 684-23-93.
Rozsokha Olexandr, Associate Professor, Doctor of Science (Ph.D.) of Chair «Railway Stations and Junctions», Ukraine State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.
Sydrakov Alexandr, Associate Professor, Doctor of Science (Ph.D.) of Chair «Railway Stations and Junctions», Moscow State University of Railway Engineering. Tel.: (495) 684-23-87, (495) 684-23-93.
Smachilo Julia, Applicant of the scientific degree of Chair «Railway Stations and Junctions», Ukraine State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.

Стаття прийнята 03.07.2015 р.

УДК 656.228.001

ВИКОРИСТАННЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ ПІДПРИЄМСТВ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Д-р техн. наук Д.В. Ломотько, магістри А.В. Гофман, І.І. Цимбалістий

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЪЕЗДНЫХ ПУТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Д-р техн. наук Д.В. Ломотько, магистры А.В. Гофман, И.И. Цымбалистый

USE DRIVEWAYS ENTERPRISES IN THE PROCESS OF LOGISTICS CHAINS OF RAIL TRANSPORT

Doct. of techn. sciences D. Lomotko, master A. Gofman, I. Tsymbalisty

У статті розглянуто питання щодо вдосконалення станції Індустріальна за допомогою ефективної технології транспортно-експедиторського обслуговування на під'їзній колії ТОВ «ХППЖТ» і підприємств-контрагентів цієї колії. Запропоноване рішення задачі з формування гнучкої системи ТЕО обслуговування в умовах замкнутої системи, по максимізації загального ефекту від даної технології. Результативність пропуску вантажу від станції відправлення до

станції призначення забезпечується за допомогою інтеграції задачі відповідно до логістично інформаційно-керуючої системи.

***Ключові слова**: станція, під'їзна колія, експедиторське обслуговування, ефективність роботи.*

В статье рассмотрены вопросы усовершенствования станции Индустриальная с помощью эффективной технологии транспортно-экспедиторского обслуживания на подъездном пути ТОВ «ХППЖТ» и предприятий-контрагентов этого пути. Предложено решение задачи по формированию гибкой системы ТЕО обслуживания в условиях замкнутой системы, по максимизации общего эффекта от данной технологии. Результативность пропуска груза от станции отправления до станции назначения обеспечивается с помощью интеграции задачи в соответствующую логистическую информационно-управляющую систему.

***Ключевые слова:** станция, подъездной путь, экспедиторское обслуживание, эффективность работы.*

This article describes the issues for improvement Industrial station with an effective technology of transport - forwarding services on driveway LLC "HPPZHT 'and businesses counter - agents of the way. To implement this technology provides a solution to build flexible service at TEO closed system to maximize the overall impact of this technology. Also reviewed and provided graphic dynamics of the number of cars that were processed and the dynamics of their driveway on the inactivity of 2014. Productivity releases cargo from the departure station to the destination station is provided by the integration of the problem in the relevant logistics information management system. This approach to managing the process of coordinated planning and engagement load freight cars will ensure the effective formation shipments within transprotrno-ekspediterskogo service at the departure station and will allow for an easy unproductive supply of cars waiting for unloading.

***Keywords:** station, access roads, forwarding service, efficiency.*

Вступ. Процеси реформування транспортної галузі та інтеграції України в європейську транспортну систему вимагають від перевізника здійснювати транспортування відповідно до міжнародних стандартів. Крім того, успішність та конкурентоспроможність роботи залізниць в транспортній системі країни залежить від технічної, технологічної, організаційної та інформаційної забезпеченості технології, у тому числі – при взаємодії із під'їзними коліями підприємств. Розглянемо на прикладі залізничної станції Індустріальна можливість удосконалення її роботи. Таким чином, якщо раніше основним об'єктом роботи станції була технологія перевезень, то зараз важливою ланкою стає транспортно-експедиційне обслуговування (ТЕО). Технологія ТЕО повинна включати до себе не тільки перевезення, але і організацію комплексного обслуговування для задоволення клієнтури, що, у свою чергу, відповідає логістичним принципам.

Постановка проблеми. В умовах зростання конкуренції на ринку транспортних послуг, зокрема в умовах ст. Індустріальна, треба збільшити якість обслуговування клієнтів. Використання сучасних технологій доставки вантажів "від дверей до дверей" і "точно в строк" з високою швидкістю є запорукою високого рівня конкурентоспроможності. Але через несвоєчасне подавання порожніх вагонів, запізнення вантажів, відсутність гнучкої інформаційної системи та системи електронного документообігу виробничі потужності, прирейкові склади та устаткування під'їзних колій підприємств використовуються із великою часткою непродуктивних простоїв. Тому саме зараз на обраній станції постає актуальне завдання формування гнучкої технології ТЕО з урахуванням логістичних принципів. Ця технологія повинна враховувати термін доставки вантажу, рівень його схоронності, зручність та своєчасність виконання усіх операцій у процесі транспортування в умовах зменшення не тільки власних витрат, але і витрат клієнтури. Ефективність ТЕО у даному випадку можливо оцінити тільки за допомогою спеціальних комплексних критеріїв.

Аналіз досліджень і публікацій. У межах ТЕО станція виконує додаткові

технологічні операції, які безпосередньо не пов'язані із перевезенням, але підвищують рівень привабливості перевізника. Дослідження у цьому напрямку широко висвітлено у наукових працях як в Україні, так і за кордоном. Підвищення конкурентоспроможності залізниць та впровадження нових форм організації перевізного процесу багато в чому пов'язано із реалізацією ефективної технології ТЕО. Таким чином, виникли задачі, що пов'язані із реалізацією логістичних принципів у процесі перевезень та із удосконаленням технології вантажної і комерційної роботи. З урахуванням цього комерційна і вантажна діяльність залізниць повинна бути зорієнтованою на наявність наскрізного ТЕО в рамках гнучкого нормативного регулювання.

Формулювання цілей та постановка завдання. Таким чином, постає необхідність у вирішенні завдання формування ефективної мережі ТЕО як системи стійких зв'язків між господарчими суб'єктами, у підпорядкуванні яких є під'їзні колії. Структура ринку вантажних залізничних перевезень визначається різними організаційними структурами: інфраструктурою залізниць, замовниками і споживачами транспортних послуг, транспортними та експедиторськими організаціями, наявністю та розвитком інформаційно-керуючих систем тощо.

Формування системи транспортно-експедиційного обслуговування залізницями на під'їзних коліях підприємств. Розглянемо систему станції Індустріальна Θ, в яку входить велика кількість під'їзних колій (N). Оберемо конкретну під'їзну колію ПАТ «ХППЗТ», яка має багато клієнтів з різних підприємств та обслуговується певною структурою, виконує транспортно-експедиційні операції. Кожна така структура є часткою єдиного логістичного ланцюга, за допомогою якого здійснюється доставка вантажу від підприємства – відправника до підприємства – отримувача. Виходячи з логістичного принципу максимізації результату діяльності ланцюга в цілому (а не окремих його складових), істотними є показники, що характеризують саме технологію здійснення ТЕО незалежно від підпорядкованості та форми власності агентів, що здійснюють обслуговування. Передбачається, що агент ТЕО здійснює обслуговування підприємств-клієнтів на під'їзних коліях та за участю залізниці як основного перевізника. Найбільш вагомим для транспортної системи вважається результат її діяльності у вигляді фінансових показників, тому пропонується здійснити формування раціональної системи ТЕО за критерієм максимізації загального прибутку у транспортній системі Θ від здійснення ТЕО.

На графіках (рис. 1, 2) зображено кількість та простій ваганів (час знаходження вагона на станціях під вантажними або технічними операціями, або в очікуванні цих операцій). Час, що витрачається вагоном на простій на станціях, є одним з основних елементів обігу вагона – найважливішого показника використання вагонного парку. Розглянемо під'їзну колію ПАТ «ХППЗТ», на графіках зображено, що максимально вигідніший та найпродуктивніший період роботи – це весняно-літній період, коли проходить більша кількість вагонів та невелика кількість годин простою.

Транспортна система Θ являє розгалужену транспортну мережу, що з'єднує підприємства-виробники товару з підприємствами-вантажоодержувачами, та складається з множин X та Y. Множина $X:=\{1,...,x\}$ є множиною районів обслуговування, де вантажовідправник має можливість здійснити на під'їзній колії ПАТ «ХППЗТ» ТЕО за допомогою контр – агентів. Множина Y являє набір (i,j) зв'язків між районами обслуговування X. Кожному зв'язку Y_{ij} приписано набір числових міток:

- β_{ijk} – питомий тариф на ТЕО (з урахуванням тарифу залізниці на перевезення) при транспортуванні вантажу з району $i \in X$ у район $j \in Y$ для під'їзної колії $k \in N$;
- потребу у перевезенні вантажу q_{ijk} з кожної під'їзної колії $k \in P$ із питомим прибутком π_{ijk} від реалізації у пункті призначення напрямку Y_{ij};
- загальна пропускна спроможність σ_{ij} в напрямку Y_{ij} між районами X.

Позначимо за γ_{ijk} частку витрат з прибутку на розвиток технології ТЕО та утримання автоматизованої системи формування логістичної технології доставки на під'їзній колії $k \in P:=\{1,...,n\}$ в тарифі β_{ijk}.

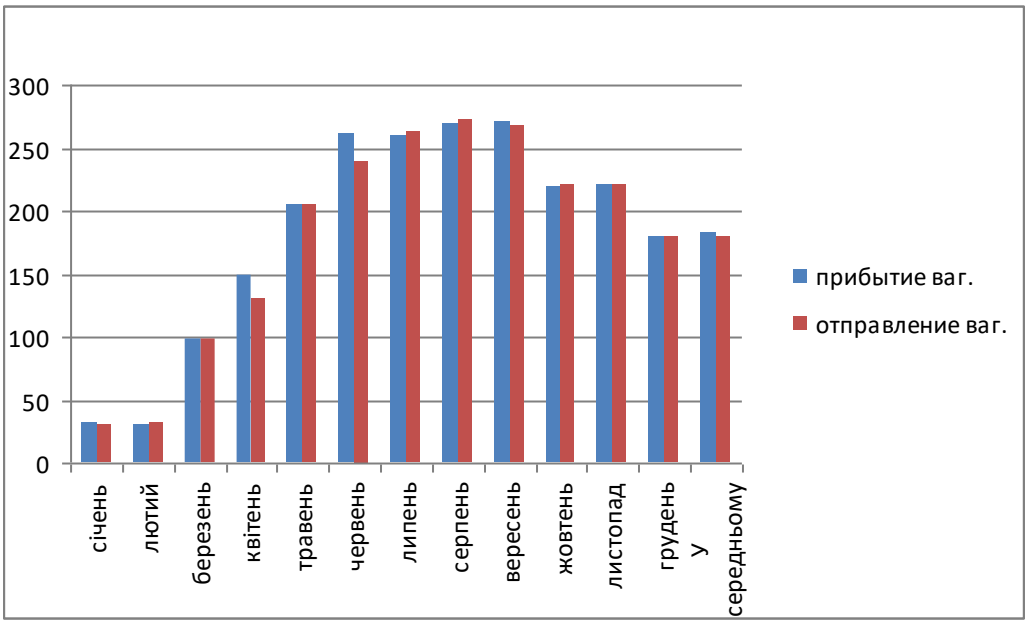


Рис. 1. Динаміка кількості вагонів, що оброблялись на під'їзній колії за 2014 рік

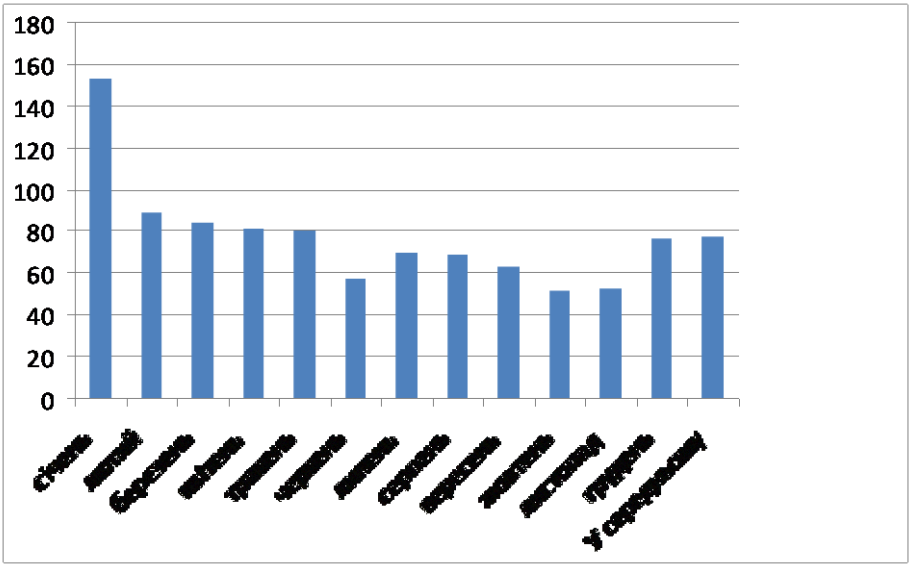


Рис. 2. Динаміка простою вагонів на під'їзній колії за 2014 рік

У районах обслуговування i∈X полігона Θ контрагенти можуть здійснювати ТЕО на під'їзних коліях, тариф на обслуговування у цьому випадку складе $(1+\frac{\gamma_{ijk}}{100})\beta_{ijk}$, а прибуток від ТЕО на напрямку Y_{ij} дорівнює $\sum_{k\in N}(1+\frac{\gamma_{ijk}}{100})\beta_{ijk}q_{ijk}$.

Власник під'їзної колії може передавати право на здійснення ТЕО від контрагента ТЕО $К_y$ агенту $К_k$ у зв'язку з неможливістю виконати ту чи іншу послугу, у зв'язку з нестачею потреби у перевезенні вантажу q_{ijk} або у зв'язку з більш високим рівнем c_{ijk} у попереднього агента. Позначимо цей факт як

$$\gamma_{ijy} > \gamma_{ijk} \Rightarrow A_k \succ A_y;\ k\in X,\ y\in X. \qquad (1)$$

Загальний прибуток П у транспортній системі Θ від здійснення ТЕО по кожній під'їзній колії для кожного напрямку Y_{ij} можна подати у такому вигляді:

$$П_{TEO} = \sum_{i \in U} \sum_{j \in U} \sum_{k \in N} (1 + \frac{\gamma_{ijk}}{100}) \beta_{ijk} q_{ijk} . \quad (2)$$

Загальний ефект (у вигляді прибутку від функціонування) від використання логістичних технологій у транспортній системі Θ складе

$$П_{\Theta} = \sum_{i \in U} \sum_{j \in U} \sum_{k \in N} \left[\left(\pi_{ijk} - (1 + \frac{\gamma_{ijk}}{100}) \beta_{ijk} \right) q_{ijk} \right]. \quad (3)$$

Завдання формування оптимального ланцюга "під'їзна колія виробника – залізниця – під'їзна колія вантажоодержувача" полягає у виборі обсягів перевезень q_{ijk} в районах обслуговування спільно із вибором агента ТЕО A_k, який задовольняє умову (1), щоб загальний ефект $П_{\Theta}$ був максимальним. Таким чином, можливо сформувати інформаційно-керуючу систему логістичного ланцюга на основі моделі з обмеженнями

$$П_{\Theta} = \arg\max \left(\sum_{i \in U} \sum_{j \in U} \sum_{k \in N} \left[\left(\pi_{ijk} - (1 + \frac{\gamma_{ijk}}{100}) \beta_{ijk} \right) q_{ijk} \right] \right)$$

$$\begin{cases} \pi_{ijk}, q_{ijk}, \beta_{ijk} \geq 0 \\ П_{\Theta} \geq 0 \\ \sigma_{ij} \geq \sum_{k \in N} q_{ijk} \\ \gamma_{ijy} > \gamma_{ijk} \Rightarrow A_k \succ A_y \\ X_{ij} \neq \varnothing \end{cases} \quad (4)$$

У запропонованому випадку цільова функція (3) є лінійною, тому задачу (4) формування гнучкої системи ТЕО у замкнутій транспортній системі Θ за критерієм максимізації прибутку фактично трансформовано до задачі лінійного програмування, вона може бути вирішена з використанням будь-якого відомого методу. У більш загальному випадку слід виконати дослідження впливу β_{ijk} на q_{ijk} та врахувати взаємозв'язок γ_{ijk} із q_{ijk} і між різними агентами ТЕО A_k.

Як показано вище, інформаційно-керуюча система логістичного ланцюга повинна бути частиною інформаційної підтримки технології підприємства, його під'їзної колії та станції примикання. Сучасні рішення, що спрямовані на підвищення ефективності функціонування під'їзних колій підприємств, вимагають формування єдиної методології створення систем підтримки прийняття рішень (СППР). За рахунок цього буде здійснено підвищення ефективності узгодженої роботи на станціях та під'їзних коліях підприємств, як підсистем логістичного ланцюга доставки вантажів, та створення єдиного інформаційного простору при взаємодії з іншими видами транспорту.

Збалансованості процесів прогнозування та планування обсягів навантаження, пропуску вантажу до станції призначення, вивантаження на під'їзних коліях вантажоотримувачів можна досягти шляхом своєчасної передачі по каналах АСК ВП УЗ Є (єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці) інформації про узгодження параметрів перевезення. При цьому повинна бути врахована необхідність отримання

первинної інформації із АРМ ТВК та АСУ Месплан в районі планування навантаження в район вивантаження.

Схему погодженого підведення вантажів за логістичною технологією подано на рис. 3.

Узгоджена доставка в логістичному ланцюгу можлива тільки після підтвердження всіма учасниками можливості організації перевезення, а погоджене замовлення повинне бути направлене у район навантаження для його реалізації. Ця логістична технологія дозволяє орієнтуватись не тільки на плани та вимоги вантажовідправника, але враховувати ситуацію невизначеності на під'їзній колії у вантажоотримувача.

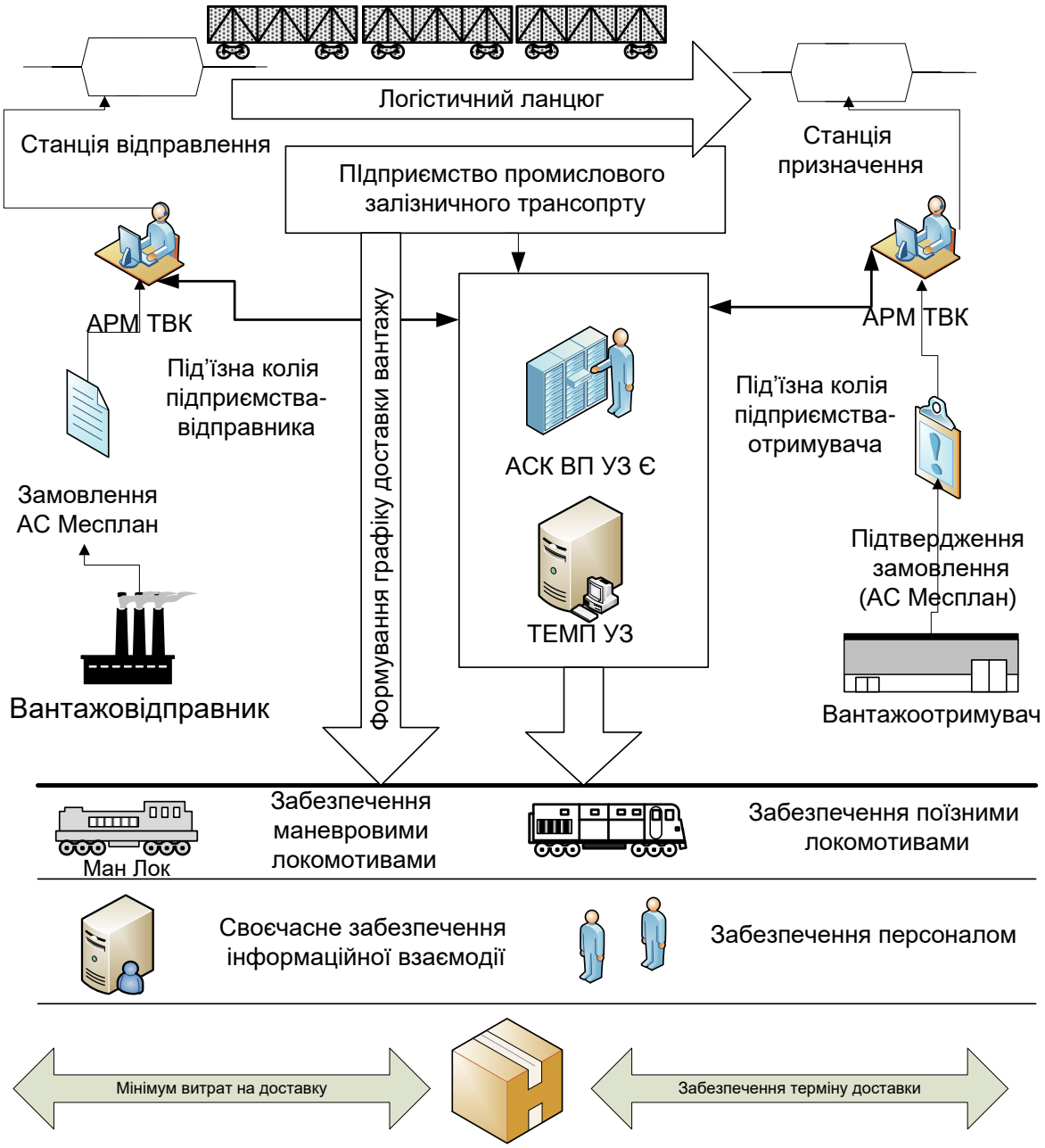


Рис. 3. Схема формування погодженого підведення вантажів до під'їзної колії підприємства за логістичною технологією ТЕО

Такий підхід до управління процесом погодженого планування навантаження і підведення вагонів з вантажами забезпечить ефективне формування партій вантажу в рамках ТЕО на станції відправлення та дозволить здійснити непродуктивний простій вагонів в очікуванні подавання під вивантаження.

Список використаних джерел

1. Ломотько, Д.В. Формування системи транспортно-експедиційного обслуговування залізницями на під'їзних коліях підприємств [Текст] / Д.В. Ломотько, І.В. Барабаш, А.Б. Ісмаїлов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 112. – С.45-50.

2. Пасічник, В.І. Економіко-організаційні аспекти управління експлуатаційною діяльністю залізниць [Текст] / В.І. Пасічник // Залізн. трансп. України. — 2005. — № 2. — С. 78-80.

3. Ломотько, Д.В. Розробка технології формування гнучкої системи транспортно - експедиційного обслуговування залізницями [Текст] / Д.В. Ломотько, О.М. Пилипейко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 57. – С. 35.

4. Смехов, А.А. Маркетинговые модели транспортного рынка [Текст] / А.А. Смехов. – М.: Транспорт, 1998. – 120 с.

5. Сервис на транспорте [Текст] / В.М. Николашин, Н.А. Зудилин, А.С. Синицына [и др.]; под. ред. В.М. Нколашина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.

6. Кірпа, Г.М. Організація контрейлерних перевезень в Україні [Текст]: монографія / Г.М. Кірпа. – Дніпропетровськ: Арт-пресс, 1998. – 277 с.

7. ГОСТ Р 51133-98 Экспедиторские услуги на железнодорожном транспорте. Общие требования [Текст] // Дороги. Информационная газета транспортных экспедиторов. – 1998. – № 3-5. – С. 5-6.

8. Шиш, В.О. INTERGUAGE-технологія – шлях інтеграції залізниць країн СНД та Європейського Співтовариства [Текст] / В.О. Шиш, М.Ф. Тітов, В.І. Крячко // Залізничний транспорт України. – 2006. – №4. – С. 9.

Ломотько Денис Вікторович, д-р техн. наук, професор, кафедра транспортного маркетингу та логістики, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-55.
Гофман Альона Валеріївна, студентка групи 13-V-УППМ. Тел.: (057) 730-19-55.
Цимбалістий Іван Іванович, студент групи 12-V-УППМ. Тел.: (057) 730-19-55.

Lomotko Denis Viktorovich, dr. Sc., professor of marketing and transport logistics, Ukrainian state university of railway transport. Tel. (057) 730-19-55.
Hoffman Alena, Student of 13-V-UPPM. Tel. (057) 730-19-55.
Tsymbalisty Ivan, Student of 12-V-UPPM. Tel. (057) 730-19-55.

Стаття прийнята 07.07.15 р.

УДК 656.21

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ РОБОТИ ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ

Д-р техн. наук Є.С. Альошинський, асистенти О.С. Пестременко-Скрипка, К.В.Таратушка

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАЦИОНАЛИЗАЦИИ РАБОТЫ ПОГРАНИЧНЫХ ПЕРЕДАТОЧНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Д-р техн. наук Е.С. Алёшинский, ассистенты О.С. Пестременко-Скрипка, К.В. Таратушка

DEVELOPMENT A MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS RATIONALIZING THE WORK OF BOUNDARY TRANSFER STATIONS IN THE APPLICATION RISK MANAGEMENT SYSTEM

Doct. of techn. sciences E. Alyoshinsky, asistents O. Pestremenko-Skripka, K. Taratushka

Тривалість обробки поїздів на прикордонних передавальних станціях значно перевищує час, необхідний на оформлення документів, митний і прикордонний огляд, виконання технічних і комерційних операцій. Скорочення часу доставки вантажів можливо досягти за рахунок зменшення технологічного часу обробки поїздів на прикордонних передавальних станціях. Таку можливість дає система управління ризиками (СУР), яка заснована на принципі вибірковості оглядових операцій при переробці міжнародного вантажопотоку.

Ключові слова: *прикордонна передавальна станція, система управління ризиками, технологічні операції, коефіцієнт простою.*

Продолжительность обработки поездов на пограничных передаточных станциях значительно превышает время, необходимое на оформление документов, таможенный и пограничный осмотр, выполнение технических и коммерческих операций. Сокращения времени доставки грузов возможно достичь за счет уменьшения технологического времени обработки поездов на пограничных передаточных станциях. Такую возможность дает система управления рисками (СУР), которая основана на принципе избирательности смотровых операций при переработке международного грузопотока.

Ключевые слова: *пограничная передаточная станция, система управления рисками, технологические операции, коэффициент простоя.*

The continuous increase in the volume of foreign trade operations requires continuous improvement of the organization of international transportation and improvement of border transfer stations. Processing trains at border transfer stations is being developed, based on the technical equipment of the station, taking into account local features of their work. The processing times of trains at border transfer stations far exceeds the time required for paperwork, customs and border inspection, the implementation of technical and commercial operations. Reduce the time of cargo delivery may be achieved by reducing technological processing time of trains at border transfer stations. This gives the risk management system (RMS), which is based on the principle of selective observation of operations in processing of international cargo traffic. Introduction of system analysis and selection of risk factors will allow border transfer stations of Ukraine focus on priority areas of work and more efficient use of available resources.

Keywords: *boundary transfer station, risk management system, manufacturing operations, coefficient of downtime.*

Вступ. Безперервне збільшення обсягу зовнішньоторговельних операцій вимагає постійного вдосконалення організації міжнародних перевезень і поліпшення роботи прикордонних передавальних станцій. На залізничному транспорті, де робота всіх ланок взаємопов'язана, труднощі, яких зазнають на окремих прикордонних передавальних

станціях, серйозно позначаються на загальному рівні експлуатаційної роботи мережі залізниць [1,2].

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Розглядаючи технологію функціонування прикордонних передавальних станцій, а саме спектр формування параметричних характеристик факторів, що впливають на визначення величини простою експортно-імпортних та транзитних вагонів на станції в умовах невизначеності, доцільно використовувати методологію системного підходу у розробленні задачі мінімізації простоїв вагонів на станції за рахунок впровадження спрощеної технології обробки вагонопотоків [3]. Таку можливість дає система управління ризиками (СУР), заснована на принципі вибірковості оглядових операцій при переробці міжнародного вантажопотоку, що спирається на аналіз можливості виникнення ризиків незаконних переміщень вантажів через митний кордон України [4].

Основна частина дослідження. Визначення часу обробки транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій, згідно з рекомендованим типовим графіком [5, 6], можна задати такою залежністю:

$$T_{обр}^{тр} = T_1 + T_2 \cup T_3 \cup T_4 \cup (T_5 + T_6 + T_7) + T_8 + T_9 \cup T_{10} \cup T_{11} \geq 2{,}83\ год, \quad (1)$$

де T_1 – отримання перевізних документів, закріплення состава, відчеплення та виїзд поїзного локомотива, огородження состава;

T_2 – технічний огляд та безвідчіпний ремонт вагонів;

T_3 – комерційний огляд і усунення комерційних несправностей;

T_4 – прикордонний та митний контроль вагонів та інші види контролю;

T_5 – попередня обробка перевізних документів;

T_6 – передача ППВ, перевізних документів митним й іншим контролюючим органам;

T_7 – оформлення перевізних документів компетентними органами;

T_8 – коригування ППВ і відповідні операції з перевізними документами;

T_9 – прикордонний та митний контроль при відправленні транзитного поїзда за кордон;

T_{10} – пакетування перевізних документів;

T_{11} – зняття огородження, заїзд і причеплення поїзного локомотива, зняття закріплення, випробування гальм, вручення документів машиністу та відправлення поїзда.

Для запровадження СУР було сформовано базу даних для визначення рівня ризиків. Для цього був оброблений масив статистичних даних прикордонних передавальних станцій Південної залізниці та станції Вадул-Сірет Львівської залізниці за останні сім років і виявлено основні фактори, які слід враховувати при розрахунку рівня ризику [7]:

- номенклатура вантажу;
- країна призначення та відправлення;
- тип рухомого складу;
- фактурна вартість вантажу;
- вага нетто.

Якщо виявлено високий рівень ризику, вантажні вагони потрапляють до червоної зони ризику і технологічні операції виконуються з повним циклом прикордонних операцій, а тривалість обробки транзитного поїзда може бути розрахована за формулою

$$\begin{aligned} T_{обр}^{тр} = {} & f[T_1(P_{10})] + f[T_2(P_1, P_{10})] \cup f[T_3(P_2, P_{10})] \cup f[T_4(P_7, P_{11}, P_{10})] \cup (f[T_5(P_3, P_4, P_5, P_6, P_8, P_9, P_{10})] + \\ & + f[T_6(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10})] + f[T_7(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})]) + f[T_8(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})] + \\ & + f[T_9(P_7, P_{11}, P_{10})] \cup f[T_{10}(P_{10})] \cup f[T_{11}(P_{10})] \to \min \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \sum P_i = 11; \\ T_1 \geq 0{,}083; \\ T_2 \geq 1; \\ T_3 \geq 1; \\ T_4 \geq 1; \\ T_5 \geq 0{,}25; \\ T_6 \geq 0{,}17; \\ T_7 \geq 1{,}5; \\ T_8 \geq 0{,}5; \\ T_9 \geq 0{,}17; \\ T_{10} \geq 0{,}25; \\ T_{11} \geq 0{,}25; \\ f(T_2, T_3, T_4) = \max[f(T_2) : f(T_3) : f(T_4)]; \\ T_{обр}^{тр} \geq 2{,}83 \end{cases}$$

$$P_i = f[H(\alpha_j), K(\beta_j), G(\mu_j), F(s_j), M(t_j)], \quad (3)$$

де P_i – типи затримок (P_1 – служба вагонного господарства; P_2 – служба комерційного господарства; P_3 – транспортно-експедиційні причини; P_4 – служба перевезень; P_5 – ветеринарна служба; P_6 – карантинна служба; P_7 – прикордонна служба; P_8 – екологічна служба; P_9 – санітарно-епідеміологічна служба; P_{10} – інші причини, які не залежать від служб; P_{11} – митна служба);

$H(\alpha_j)$ – множина номенклатурних вантажів;

$K(\beta_j)$ – множина можливих країн виробників;

$G(\mu_j)$ – множина основних типів рухомих складів;

$F(s_j)$ – множина діапазонів фактурних вартостей вантажів;

$M(t_j)$ – множина категорій вантажів за ваговою характеристикою.

Якщо при моделюванні виробничої ситуації обробки заданого типу відправлення система СУР видає для певної групи вагонів (або поїзда) середній рівень ризику затримки вагонів (помаранчева зона СУР), то можливі певні корегування в послідовності та часі виконання заданих операцій.

Дослідження довели, що в більшості країн світу, де вже впроваджено аналогічні СУР системи, крім значного скорочення часу на виконання певних операцій, деякі операції взагалі виключаються або виконуються у попередній, до прибуття поїзда на станцію, період часу [8,9].

Після аналізу, проведеного з використанням методу експертних оцінок, пропонується скоротити операції з технічного та комерційного огляду, виключити попередню обробку перевізних документів ПрикордонТЕКом у зв'язку з тим, що документи в електронному вигляді надходять на станцію заздалегідь, і зменшити час проведення прикордонного, митного та інших видів контролю. Тоді тривалість обробки транзитного відправлення можна визначити за формулою (4)

$$T_{обр}^{тр'} T_1 + (K_n \cdot T_2 \cup T_3 \cup T_4 \cup T_7) + T_8 + T_9 \cup T_{10} \cup T_{11} \geq 1{,}67 год. \quad (4)$$

$$T_{обр}^{тр'} = f[T_1(P_{10})] + (K_n \cdot f[T_2(P_1, P_{10})] \cup f[T_3(P_2, P_{10})] \cup f[T_4(P_7, P_{11}, P_{10})] \cup f[T_7(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})]) +$$
$$+ f[T_8(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})] + f[T_9(P_7, P_{11}, P_{10})] \cup f[T_{10}(P_{10})] \cup f[T_{11}(P_{10})] \to \min$$

$$\begin{cases} \sum P_i = 11; \\ T_1 \geq 0{,}083; \\ T_2 \geq 1; \\ T_3 \geq 1; \\ T_4 \geq 1; \\ T_5 \geq 0{,}25; \\ T_6 \geq 0{,}17; \\ T_7 \geq 1{,}5; \\ T_8 \geq 0{,}5; \\ T_9 \geq 0{,}17; \\ T_{10} \geq 0{,}25; \\ T_{11} \geq 0{,}25; \\ f(T_2, T_3, T_4) = \max[f(T_2) : f(T_3) : f(T_4)]; \\ K_n = [0{,}50 : 0{,}70]; \\ T_{обр}^{тр'} \geq 1{,}67 \end{cases}$$

де К – коефіцієнт, що враховує простій вагонів під прикордонними, митними та іншими видами контролю, які потрапляють до певної зони ризику затримки вагонів.

Якщо при моделюванні виробничої ситуації обробки заданого типу відправлення СУР видає для певної групи вагонів низький рівень ризику (жовта зона СУР), то пропонується скоротити операції з технічного і комерційного огляду, виключити попередню обробку та передачу перевізних документів митним й іншим контролюючим органам, і зменшити прикордонний, митний та інші види контролю. Тривалість обробки транзитного поїзда визначатиметься за формулою (5)

$$T_{обр}^{тр''} = T_1 + K_n \cdot T_2 \cup T_3 \cup K_{ж} \cdot T_4 \cup T_7 + T_8 + T_{10} \cup T_{11} \geq 1{,}42 год. \quad (5)$$

$$T_{обр}^{тр''} = f[T_1(P_{10})] + (K_n(f[T_2(P_1, P_{10})] \cup f[T_3(P_2, P_{10})]) \cup K_{ж}(f[T_4(P_7, P_{11}, P_{10})]) \cup$$
$$\cup f[T_7(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})]) + f[T_8(P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11})] + f[T_{10}(P_{10})] \cup$$
$$\cup f[T_{11}(P_{10})] \to \min$$

$$\begin{cases} \sum P_i = 11; \\ T_1 \geq 0{,}083; \\ T_2 \geq 1; \\ T_3 \geq 1; \\ T_4 \geq 1; \\ T_5 \geq 0{,}25; \\ T_6 \geq 0{,}17; \\ T_7 \geq 1{,}5; \\ T_8 \geq 0{,}5; \\ T_9 \geq 0{,}17; \\ T_{10} \geq 0{,}25; \\ T_{11} \geq 0{,}25; \\ f(T_2, T_3, T_4) = \max[f(T_2) : f(T_3) : f(T_4)]; \\ K_n = [0{,}50 : 0{,}70]; \\ K_{ж} = [0{,}30 : 0{,}50]; \\ T_{обр}^{тр''} \geq 1{,}42 \end{cases}$$

Зелена зона означає, що даних щодо ризикованості зовнішньоекономічної операції немає. Тому вантаж не потребує попередньої обробки, передачі, оформлення та коригування перевізних документів ПрикордонТеком, митними та іншими контролюючими органами. Тривалість обробки поїзда розраховується за формулою (6)

$$T_{обр}^{тр'''} = T_1 + K_з(T_2 \cup T_3) + T_{10} \cup T_{11} \geq 0{,}57 год. \quad (6)$$

$$T_{обр}^{тр'''} = f[T_1(P_{10})] + K_з(f[T_2(P_1, P_{10})] \cup f[T_3(P_2, P_{10})]) + f[T_{10}(P_{10})] \cup$$
$$\cup f[T_{11}(P_{10})] \to \min$$

$$\begin{cases} \sum P_i = 11; \\ T_1 \geq 0{,}083; \\ T_2 \geq 1; \\ T_3 \geq 1; \\ T_4 \geq 1; \\ T_5 \geq 0{,}25; \\ T_6 \geq 0{,}17; \\ T_7 \geq 1{,}5; \\ T_8 \geq 0{,}5; \\ T_9 \geq 0{,}17; \\ T_{10} \geq 0{,}25; \\ T_{11} \geq 0{,}25; \\ f(T_2, T_3, T_4) = \max[f(T_2) : f(T_3) : f(T_4)]; \\ K_з = [0{,}15 : 0{,}30]; \\ T_{обр}^{тр''} \geq 0{,}72. \end{cases}$$

На рисунку наведено динаміку зміни тривалості виконання технологічних операцій при обробці транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій за умовними зонами ризику.

Аналогічним чином розраховують тривалість переробки транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій та час обробки поїзда свого формування за рівнем ризику.

Таким чином, за результатами розрахунків тривалість обробки транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій можна скоротити до 0,57 год, час переробки транзитного поїзда – до 0,38 год, а тривалість обробки поїзда свого формування – до 0,60 год.

Згідно з аналізом статистичних даних прикордонних передавальних станцій Південної залізниці, за останні п’ять років простій у експортно-імпортному та транзитному сполученнях складає 49423 ваг, з яких 42,6 % потрапляє до червоної зони СУР, по 16,7 % ваг – до помаранчевої та жовтої зони ризиків і до зеленої зони – 24 % [10].

Середній час простою після впровадження системи при обробці транзитного поїзда складатиме 1,86 год, при обробці транзитного поїзда, що надійшов у переробку – 1,17 год, при обробці поїзда свого формування – 1,90 год.

З цього випливає, що існує можливість скорочення непродуктивних простоїв і тоді загальний економічний ефект може складати (7)

$$E = (t_n \cdot m' - t_ф \cdot m'') \cdot C_{в-г}, \quad (7)$$

де t_n – плановий час простою вагонів при обробці поїздів з повним циклом прикордонних операцій, год;

$t_ф$ – фактичний час простою вагонів після впровадження СУР, год;

$C_{в\text{-}г}$ – вартість вагоно-години простою, грн;

m' – число затриманих вагонів у експортно-імпортному та транзитному сполученнях, ваг;

m'' – число затриманих вагонів у експортно-імпортному та транзитному сполученнях після впровадження СУР.

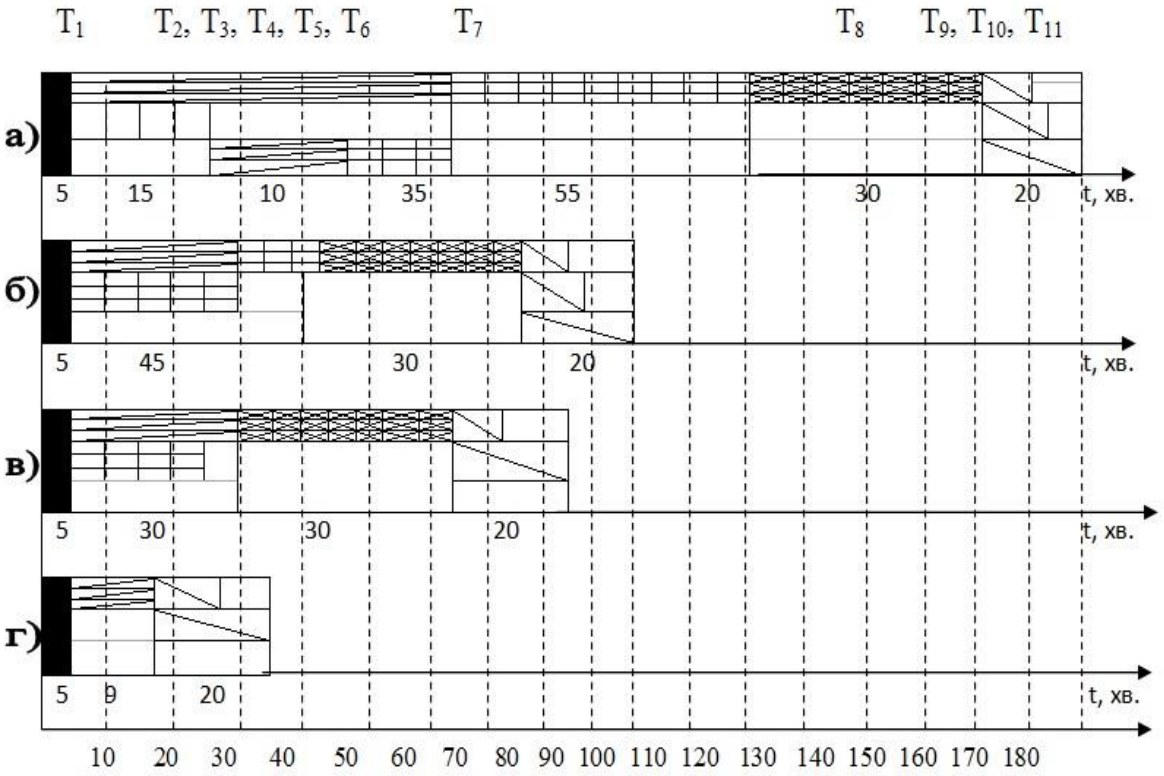


Рис. Динаміка зміни тривалості виконання технологічних операцій при обробці транзитного поїзда з повним циклом прикордонних операцій:
а – червона зона СУР; б – помаранчева зона СУР; в – жовта зона СУР; г – зелена зона СУР

Економічний ефект при обробці транзитного поїзда складатиме:

$$E = (3{,}00 \cdot m' - 0{,}57 \cdot m'') \cdot C_{в-г}.$$

При переробці транзитного поїзда економічний ефект складатиме:

$$E = (2{,}00 \cdot m' - 0{,}38 \cdot m'') \cdot C_{в-г}.$$

Ефект при обробці поїзда свого формування складатиме:

$$E = (3{,}00 \cdot m' - 0{,}60 \cdot m'') \cdot C_{в-г}.$$

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Для удосконалення технології роботи прикордонних передавальних станцій при обслуговуванні міжнародних вагонопотоків доцільно впровадити систему управління ризиками, яка дасть змогу скоротити час простою, число затриманих вагонів та прискорити доставку вантажів у міжнародному сполученні. Запропонована математична модель процесу раціоналізації роботи прикордонних передавальних станцій при застосуванні СУР дозволить проводити моделювання системи управління обслуговування міжнародних вагонопотоків з урахуванням факторів ризику.

Список використаних джерел

1. Загальне положення про залізничну станцію, затверджене наказом Укрзалізниці № 1041-ЦЗ від 30.12.2004. ЦД-0054 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www/URL: http://scbist.com/dokumenty-ukrzal-znic/21640-cd-0054-zagalne-polozhennya-pro-zal-znichnu-stanc-yu-zatverdzhene-nakazom-ukrzal-znic-v-d-30-12-2004-1041-cz.html. – Загл. з екрану.

2. Про Комплексну програму розбудови державного кордону України. Указ президента України №596/93 16.12.1993 р. Із змінами, внесеними згідно з Указами Президента №70/99 від 27.01.1999, №963/2009 від 24.11.2009 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www/URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/596/93. - Загол. з екрану.

3. Лакин, И.К. Анализ основных показателей работы железнодорожного транспорта [Текст] /И.К. Лакин // Наука и транспорт: науч.-техн. сб. – М.: Транспорт, 2007. – С. 60-63.

4. Альошинський, Є.С. Аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагона [Текст] / Є.С. Альошинський, О.С. Пестременко-Скрипка // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 137. – С. 24-30.

5. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи дільничної станції [Текст] // Державний економіко-технологічний університет. – К., 2010.

6. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи сортувальної станції [Текст] // Державний економіко-технологічний університет (ДЕТУТ). – К., 2010.

7. Пестременко-Скрипка, О.С. Аналіз надійності процедури пропуску міжнародного вантажопотоку через прикордонні передавальні станції в умовах впровадження системи управління ризиками (СУР) [Текст] / О.С. Пестременко-Скрипка, Є.С. Альошинський, С.В. Водошняк [та ін.] // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. – С. 17-24.

8. Митний кодекс України. Розділ XI. Митний контроль. Глава 52. Система управління ризиками (ст. 361-363) [Електронний ресурс] / Державна фіскальна служба України. – Режим доступу: http://sta-sumy.gov.ua/mk/rozdil-11/glava-52/.

9. Система управления рисками в таможенном контроле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kazedu.kz/referat/96169.

10. Пестременко-Скрипка, О.С. Рационализация технологии работы пограничных передаточных станций Украины [Текст] / Є.С. Альошинський, А.Н. Огарь, О.С. Пестременко-Скрипка // Palmarium Academic Publishing. – С. 33-44.

Альошинський Євген Семенович, д-р техн. наук, професор кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-55. E-mail: aes-upp@mail.ru.
Пестременко-Скрипка Оксана Сергіївна, асистент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: ksju2910@mail.ru.
Таратушка Костянтин Володимирович, асистент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: kostiktar@ukr.net.

Alyoshinsky Evgeny professor department of transport systems and logistics of the Ukrainian state University of railway transport. Ph.: (057) 730-19-55. E-mail: aes-upp@mail.ru.
Pestremenko-Skripka Oksana asistent department of railway stations and units of the Ukrainian state University of railway transport. Ph.: (057) 730-10-42. E-mail: ksju2910@mail.ru.
Taratushka Kostyantin asistent department of railway stations and units of the Ukrainian state University of railway transport. Ph.: (057) 730-10-42. E-mail: kostiktar@ukr.net.

Стаття прийнята 02.07.2015 р.

УДК 656.222.3

АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНИХ РЕСУРСІВ

Д-р техн. наук Д.В. Ломотько, канд. техн. наук А.О. Ковальов,
асист. О.В. Ковальова

АНАЛИЗ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К РАЦИОНАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ РЕСУРСОВ

Д-р техн. наук Д.В. Ломотько, канд. техн. наук А.А. Ковалев,
ассист. О.В. Ковалёва

ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF EXISTING APPROACHES TO THE RATIONAL DISTRIBUTION OF TRANSPORT RESOURCES

Doct. of techn. sciences D. Lomotko, kand. of techn. sciences A. Kovalov,
assistant O. Kovalova

У статті запропоновані підходи до удосконалення автоматизованої системи для забезпечення вантажовласників транспортними засобами відповідно до їх заявок. Наведений метод виконання заявок, а саме розподіл рухомого складу відповідного технічного стану під навантаження, дозволяє забезпечити вантажовласників необхідною кількістю транспортних ресурсів з урахуванням перевезення певної номенклатури вантажу.

Ключові слова: *розподіл, транспортні ресурси, забезпечення вагонами, технічний стан, вантаж.*

В статье предложены подходы к совершенствованию автоматизированной системы для обеспечения грузовладельцев транспортными средствами в соответствии с их заявками. Приведенный метод выполнения заявок, а именно распределение подвижного состава соответствующего технического состояния под погрузку, позволяет обеспечить грузовладельцев необходимым количеством транспортных ресурсов с учетом перевозки определенной номенклатуры груза.

Ключевые слова: *распределение, транспортные ресурсы, обеспечение вагонами, техническое состояние, груз.*

The paper proposed approaches for improving automated systems for cargo vehicles according to their applications using logistic methods. In the current system orders for transportation of cargo owner is unable to specify additional requirements necessary technical condition of rolling stock provided to the load, so there is a situation of possible errors in distribution.

The method performance applications, such as distribution of the rolling stock related technical state of loading, allows for the necessary number of cargo transport resources, given the range of a cargo transportation with minimum costs and maximum preservation possibility cargo.

Keywords: *distribution, transportation resources, wagons, technical condition, cargo.*

Вступ. Створення нових та удосконалення існуючих автоматизованих систем оперативного керування перевезеннями та автоматизованих систем керування вагонними парками залізниць є на сьогоднішній день одним з найактуальніших питань, пов'язаних із прийняттям ефективних регулювальних заходів щодо раціонального використання наявних транспортних засобів різного технічного стану, що забезпечать підвищення ефективності роботи з парком вантажних вагонів.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Недосконаліть підходів до прийняття рішення для визначення ефективності розподілу рухомого складу, а саме з урахуванням наявності вагонів необхідної

категорії придатності для перевезення заданої номенклатури вантажів та їх кількості, не дозволяє в повній мірі задовольнити заявки вантажовласників на перевезення. В існуючій системі замовлень на перевезення власник вантажу не має змоги додатково зазначити вимоги до необхідного технічного стану рухомого складу, що надається до навантаження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Раціональна координація роботи елементів транспортно-логістичної системи залізниць, оптимальний перерозподіл між ними обсягів роботи, формування на цій основі інформаційної бази і підходів щодо прийняття обґрунтованих управлінських рішень є однією з головних умов підвищення ефективності і якості функціонування залізниць України. Досягти цього можливо за рахунок використання складних методів, які у комплексі враховують інтереси перевізника, вантажовласника та інших учасників процесу доставки [1].

Питанням, пов'язаним із забезпеченням вантажовласників достатньою кількістю вагонів у повному обсязі, ефективністю розподілу транспортних ресурсів за рахунок розробки і удосконалення інформаційної системи певних АРМ, а також пов'язаним з нестачею рухомого складу та несвоєчасним поданням вагонів під навантаження з причини низької пропускної спроможності станцій, приділяється значна увага у наукових працях [2-10].

Визначення мети дослідження. Завданням, покладеним в основу дослідження, є удосконалення автоматизованої системи для забезпечення вантажовласників транспортними засобами відповідно до їх заявок за допомогою логістичних методів.

Основна частина дослідження. Існуюча автоматизована система документообігу замовлень на перевезення вантажів та формування планів (АС "МЕСПЛАН") призначена для автоматизації процесу формування замовлень, узгодження їх на рівні залізниці та Укрзалізниці, доведення результатів узгодження до вантажовідправника. АС "МЕСПЛАН" підтримує обмін замовленнями та результатами їх узгодження на експортні та транзитні перевезення із сусідніми адміністраціями.

АС "МЕСПЛАН" розроблена для працівників планових відділів служби перевезень залізниці і ЦДП для автоматизації процесу введення замовлень на перевезення і подальшого формування планів. Також АС "МЕСПЛАН" дозволяє введення замовлень працівникам станцій, товарних контор, окремих вантажовідправників з можливістю обмеження введення відповідно по коду станції відправлення, коду вантажовідправника.

Упродовж фази життя замовлення на перевезення формуються три пари даних по навантаженню:

заявлені об'єми (тонни і вагони);

узгоджені об'єми (тонни і вагони);

кореговані об'єми (вагони і тонни).

Основними параметрами для фільтрації списку заявок є: вид плану, вид перевезення, рід вагона, номенклатура вантажу, станція відправлення, залізниця відправлення, станція призначення, держава призначення, вага, кількість вагонів та ін.

Як видно з перерахованих вище параметрів, у замовленні на перевезення вантажовласник не має змоги додатково зазначити вимоги до необхідного технічного стану рухомого складу, що надається до навантаження.

Наступний етап забезпечення відправників вагонами є безпосередньою роботою з розподілу наявного порожнього рухомого складу. Розподілом транспортних ресурсів на полігоні Дирекції залізничних перевезень керує диспетчер-вагонорозпорядник (ДНЦВ). На основі наявної інформації про місце знаходження порожніх вагонів, їх кількість, потребу та інші фактори диспетчер-вагонорозпорядник виконує регулювання вагонопотоків, спираючись, в основному, на свій досвід роботи та інтуїцію. Виходячи з того, що висновки про найбільш імовірний технічний стан рухомого складу залежать від «людського фактора», враховуючи високий рівень зносу транспортних ресурсів, і те, що обґрунтовані методи визначення якості і придатності вагонів для перевезення певного виду вантажів не належать до вхідної інформації ДНЦВ, виникає ситуація можливої помилки при розподілі.

Питанням технічного стану вагонів присвячені розробки в галузі автоматизованої системи пономерного обліку, контролю дислокації, аналізу використання та регулювання вагонного парку на залізницях Росії (ДИСПАРК). ДИСПАРК створений за

мети досягнення максимального прибутку залізниць за рахунок повного задоволення заявок вантажовласників на перевезення з мінімальними експлуатаційними витратами на їх забезпечення.

Складові ефективності системи: підвищення прибутку залізниць за рахунок досягнення максимального рівня завантаження відповідно до вимог вантажовласників; скорочення експлуатаційних витрат на переміщення вагонних парків за рахунок використання раціональних методів їх регулювання; покращення використання вантажопідйомності вагонів за рахунок раціонального їх відбору під навантаження вантажів; скорочення штрафів за перевищення строків доставки вантажів, а також плат за використання «чужих» вагонів; економія за рахунок автоматизованого контролю встановлених строків перевезення і знаходження на російських залізницях, виконання нормативів часу за елементами обігу вагонів та відхилень від встановленої технології перевезень; поетапне скорочення числа станційних працівників, що виконують облік операцій з вагонами, заповнення необхідної документації, розробку звітності та передачу відомостей, в цілому по залізницях Російської Федерації; створення передумов для укрупнення полігонів управління при мінімізації споживання ресурсів рухомого складу для виконання пред'явленого обсягу перевезень; скорочення витрат, пов'язаних з технічним обслуговуванням та ремонтом вантажних вагонів за рахунок впровадження нової технології управління цим процесом, в тому числі в залежності від обсягу роботи (пробігів), що виконаний конкретним вагоном.

Основними задачами управління вантажним парком є: аналіз розподілу вагонів на російських залізницях за будь-яким типом рухомого складу з зазначенням держав (підприємств)-власників вагонів та переліку російських залізниць (відділень, станцій), де вони дислокуються в даний момент часу; контроль часу находження вагонів інших держав на російських залізницях; аналіз порушень завантаження «чужих вагонів»; управління парком напіввагонів; управління парком цистерн; управління передаванням поїздів і вагонів; управління вагонами, що відчіплюються від транзитних поїздів; управління окремим вагоном; управління технічним станом вагонного парку.

В систему ДИСПАРК закладено принципово нову технологію управління ремонтом та технічним утриманням вагонів. Суть її полягає в тому, що планування всіх видів ремонту вантажних вагонів здійснюється не за часом, а в залежності від обсягу роботи, що виконується кожним вагоном. З цією метою по кожному вагону система веде облік виконання завантажених і порожніх вагоно-кілометрів, кількість навантажень і вивантажень, перероблень на сортувальних гірках. В залежності від цих факторів по вагону кожного типу повинні бути встановлені порогові значення обсягу виконаної вагоном роботи, після якого повинен бути проведений певний вид ремонту. Це повинно виключити існуючу нині практику, коли поставлення вагонів у ремонт здійснюється достроково. З інвентарю виключаються технічно справні вагони, а рухомий склад, наприклад відставлений в резерв і який не здійснив жодного кілометру пробігу, з закінченням терміну прямує в ремонт. За оцінками, виконаними спеціалістами Департаменту вагонного господарства ВАТ «РЖД», нова технологія призвела до скорочення потреби в ремонті вагонів на 20 % [10].

Але ці розробки в більшій мірі присвячені питанням часу проведення певного типу ремонту, а не питанням забезпечення вантажовласника вагонами певного технічного стану.

Завданням, покладеним в основу дослідження, є удосконалення автоматизованої системи для забезпечення вантажовласників транспортними засобами відповідно до їх заявок за допомогою логістичних методів.

Поставлене завдання вирішується тим, що в автоматизовану систему додатково введений блок, який виконує визначення придатності рухомого складу під навантаження того чи іншого роду вантажу (за рахунок введення коефіцієнтів інтенсивності експлуатації), тим самим зменшуючи витрати, пов'язані із часом на проведення технічного та комерційного огляду вагонів, рівень відмов у забезпеченні клієнтів необхідним рухомим складом, покращуючи експлуатаційні показники роботи станції та рівень прибутковості Укрзалізниці в цілому.

Модель інтегрується в інформаційну систему автоматизованого робочого місця маневрового диспетчера (АРМ ДСЦ), який, за потреби, передає інформацію диспетчеру-вагонорозпорядникуу (ДНЦВ). Для цього на АРМ ДСЦ проводяться розрахунки зі встановлення коефіцієнтів інтенсивності експлуатації транспортних засобів, як складових зносу, необхідних для визначення рівня придатності рухомого складу для перевезення певного вантажу. Після отримання даних про наявний порожній рухомий склад інформація передається до ДНЦВ, який проводить декілька експериментів для визначення знаходження вивантажених порожніх вагонів необхідного технічного стану, передає розпорядження про проведення технічного і комерційного огляду тільки цих вагонів та переправляє їх до станцій навантаження визначеного вантажу. Рішення приймаються виходячи з мінімізації витрат часу на проведення технічного і комерційного огляду всіх вагонів у порівнянні з оглядом вагонів тільки необхідного стану, експлуатаційних витрат та потреби у парку вагонів для здійснення навантаження з мінімальним порожнім пробігом транспортних засобів.

Система управління транспортними ресурсами має цільову функцію

$$\Phi_{(x_{ijk})} = \sum_{i=1}^{\alpha}\sum_{j=1}^{\beta}\sum_{k=1}^{\gamma}(r_{ij}\omega_k x_{ijk} + x_{ijk}\Delta t_{ij}C_{ij}) \to \min$$

при обмеженнях

$$\text{I} \quad \left\{ \sum_{j=1}^{\beta} x_{ijk} \le a_{ik},\ i = 1,2,...,\alpha;\ k = 1,2,...,n \right.$$

$$\text{II} \quad \begin{cases} \sum_{k=1}^{k} 3_{jk} \ge \sum_{k=1}^{k_0} y_{jk},\ k_0 = 1,2,...,n-1 \\ \sum_{k=1}^{n} 3_{jk} \ge \sum_{k=1}^{n} y_{jk},\ \text{j} = 1,2,...,\beta \end{cases}$$

де $y_{jk} = \sum_{i=1}^{\alpha} x_{ijk}$;

r_{ij} – відстань між пунктами формування та накопичення (елементи матриці G);

ω_k – вартість надання одного вагона відповідного типу та придатності на один кілометр;

x_{ijk} – кількість вагонів категорії придатності к, що направляються з пункту Аі в пункт Вj згідно з відкоригованою заявкою.

Δt_{ij} – економія часу на проведення ТО та КО при невідповідності категорії придатності вагона тій, що заявлена вантажовласником для певного вантажу

C_{ij} – питома вартість проведення КО та ТО на одну годину.

Підсистема I забезпечує кількість, підсистема II забезпечує якість.

Дана модель відображає основні цілі системи для забезпечення вантажовласників транспортними засобами відповідно до їх заявок за допомогою логістичних методів, які сприятимуть:

- мінімізації порожнього пробігу транспортних засобів;
- збільшенню обсягів перевезених вантажів;
- мінімізації витрат часу на проведення технічного і комерційного огляду;
- зниженню витрат палива й електроенергії;
- мінімізації експлуатаційних витрат та потреби у парку вагонів для здійснення навантаження.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у цьому напрямку. Запропонований метод виконання заявок, а

саме розподіл рухомого складу під навантаження та забезпечення ним, дозволяє проаналізувати можливість забезпечення вантажовласників необхідною кількістю транспортних ресурсів, з урахуванням перевезення певної номенклатури вантажу, з мінімальними витратами та максимальною можливістю схоронності вантажу. Рішення про варіант розподілу порожнього рухомого складу буде прийматися, виходячи з того, що подача вагонів під навантаження повинна забезпечувати мінімальні витрати вагоно-кілометрів та забезпечення вантажовласників транспортними ресурсами належного технічного стану, який буде у наявності заздалегідь та в необхідному обсязі.

В перспективі пропонується формування нечіткої бази знань та системи підтримки прийняття рішення у підрозділах залізниць при розподілі рухомого складу.

Список використаних джерел

1. Панченко, С.В. Критерій якості ухвалення рішення по керуванню в складній ієрархічній системі [Текст] / Г.І. Загарій, С.В. Панченко, Б.Т. Ситнік, В.А. Бриксін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – №3. – С. 54-58.

2. Чеклов, В.Ф. Автоматизована система розподілу порожніх вагонів [Текст] / В.Ф. Чеклов, В.М. Чеклова, О.І. Шеховцов // Вісник ДІАТ. – 2008. - №2. – С. 13-18.

3. Ломотько, Д.В. Удосконалення функціонування автоматизованої системи розподілу транспортних ресурсів на Харківській дирекції залізничних перевезень [Текст] / Д.В. Ломотько, А.О. Ковальов, О.В. Ковальова // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 137. – С. 5-10.

4. Ломотько, Д.В. Обґрунтування вибору та організації роботи системи формування составів поїздів. Практичний аспект [Текст] / Д.В. Ломотько, А.О. Ковальов, О.В. Ковальова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Вып. 4/3 (64). – С. 18-20.

5. Шеховцов, О.І. Розробка математичної моделі забезпечення порожнім рухомим складом спеціалізованих вантажних станцій [Текст] / О.І. Шеховцов // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2011. – №2. – С. 28.

6. Котенко, А.М. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами власності підприємств у АСК ВП УЗ [Текст] / А.М. Котенко, А.В. Кулешов, В.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 113. – С. 38-46.

7. Логистическое управление грузо- и вагонопотоками: Труды специалистов Украинской государственной академии железнодорожного транспорта [Текст]: колективна монографія // под ред. Д.В. Ломотько. – Deutschland: Palmarium Academic Publishing Saarbrucken, 2014. – 105 с.

8. Бутько, Т.В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії нечітких множин [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2004. – Спецвип. 7. – С. 16.

9. Ломотько, Д.В. До питання оптимізації розподілу рухомого складу під навантаження на залізничному полігоні [Текст] / Д.В. Ломотько, М.М. Кузнецов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2005. – №4. – С. 96.

10. Елисеев, С.Ю. Оптимальное регулирование порожних вагонопотоков на железных дорогах России [Текст] / С. Ю. Елисеев // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом. – СПб.: ПГУПС, 2002. – С. 21.

11. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. транспорта / Л.П. Тулупов, Э.К. Лецкий, И.Н. Шапкин, А.И. Самохвалов; под ред. Л.П. Тулупова. – М.: Маршрут, 2005. – 467 с.

Ломотько Денис Вікторович, доктор технічних наук, професор, кафедра транспортних систем і логістики, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-55, E-mail: den@kart.edu.ua.
Ковальов Антон Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85, E-mail: kovalovanton@mail.ru.

Ковальова Оксана Володимирівна, асистент, кафедра управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85, E-mail: oksanapesochin@mail.ru.

Denis Lomotko, d-r science professor, Department of Transport systems and logistics, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: +38 (057) 730-19-55, E-mail: den@kart.edu.ua.
Anton Kovalov, lecturer, Department of Management of cargo and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: +38 (057) 730-10-85, E-mail: kovalovanton @mail.ru.
Oksana Kovalova, assistant, Department of Management of cargo and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: +38 (057) 730-10-85, E-mail: oksanapesochin@mail.ru.

Стаття прийнята 02.07.2015 р.

УДК 625.078.1

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ У МЕЖАХ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ

Д-р техн. наук Є.С. Альошинський, магістр О.В. Бондаренко

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КОНТЕЙНЕРОПОТОКОВ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ

Д-р техн. наук Е.С. Алёшинский, магистр А.В. Бондаренко

SUGGESTIONS TO IMPROVE PROCESSING TECHNOLOGY OF CONTAINER WITHIN INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS

Doct. of techn. sciences E. Alyoshinsky, master A. Bondarenko

Проведено аналіз сучасного стану проблем розвитку контейнерних перевезень та аналіз системи організації й обробки контейнерів митною службою України. Розроблено раціоналізовану систему пропуску контейнеропотоків у межах міжнародних транспортних коридорів (МТК).

Запропоновано підходи щодо вдосконалення системи пропуску вантажопотоків у межах МТК та впровадження новітніх систем контролю схоронності вантажів при пропуску контейнеропотоків по МТК. Сформовано процедуру деконцентрації митних операцій з припортової зони до внутрішньодержавних термінальних потужностей.

Ключові слова: *вантажні перевезення, деконцентрація середовища, митні операції, моделювання, міжнародні транспортні коридори.*

Проведен анализ современного состояния проблем развития контейнерных перевозок, анализ системы организации и обработки контейнеров таможенной службой Украины. Разработана рационализированная система пропуска контейнеропотоков в рамках международных транспортных коридоров (МТК).

Предложены подходы к совершенствованию системы пропуска грузопотоков в пределах МТК и внедрение новейших систем контроля сохранности грузов при пропуске контейнеропотоков по МТК. Сформирована процедура деконцентрации таможенных операций с припортовой зоны к внутригосударственным терминальным мощностям.

Ключевые слова: *грузовые перевозки, деконцентрация среды, таможенные операции, моделирование, международные транспортные коридоры.*

The analysis of the current state of development of container transport problems, the analysis of the organization and handling of containers Customs Service of Ukraine. Designed to streamline the system of container passes through international transport corridors (ITC).

Approaches to improve the passing of traffic within the MTC and the introduction of new systems of control of safety of cargoes at the admission of container for MTC. Formed procedure deconcentration of customs operations of the port zone to the domestic terminal facilities.

Keywords: *freight transportation, deconcentration environment, customs operations, modeling, international transport corridors.*

Вступ. На сьогоднішній день розвиток вантажних перевезень знаходиться у перехідному стані. Зношена інфраструктура, дефіцит рухомого складу, обмеженість ресурсів – все це спонукає до розвитку контейнерних перевезень (рис. 1).

Даний вид транспортування застосовується для доставки широкої номенклатури вантажів у країнах Європи та Азії, але в Україні в період з 2009 року спостерігається відносно низький рівень росту контейнеризації. За умови наявності великої кількості терміналів з обробки контейнерів їхня завантаженість складає близько 65 %, що є недоцільним в умовах конкуренції на ринку вантажних перевезень. Близько 70 % контейнерів по території України транспортуються приватним автомобільним транспортом, хоча він не є найбільш раціональним варіантом для перевезень на великі відстані. Всі ці аспекти обумовлюють необхідність завантаження наявних контейнерних терміналів з метою розвитку транспортного сектора економіки [2].

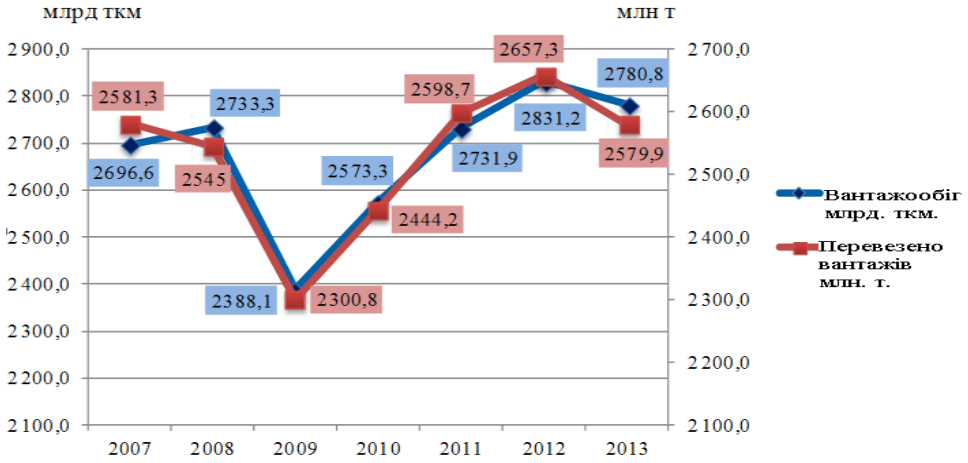


Рис. 1. Динаміка обсягів перевезень вантажів і вантажообігу на залізничній мережі країн СНД

Основна частина. Функціонування системи пропуску контейнеропотоків у межах міжнародних транспортних коридорів (на прикладі морського та залізничного транспорту) ілюструється таким чином: при виникненні взаємодії між зовнішнім і внутрішнім полігонами утворюється ланцюг перевізників, який задовольняє потреби у перевезенні окремої контейнерної відправки. Насамперед, врахувавши специфіку географічного положення України, розглянемо більш детально процес накопичення простоїв контейнером, якщо він транспортується повз територію нашої країни.

На рис. 2 зображена схема формування початкових затримок, які у свою чергу виникають при наявних властивостях досліджуваного середовища.

Якщо подати територію нашої країни у вигляді просторового середовища, яке має перелік певних властивостей (кордони, розміри, зв'язки (інфраструктуру) та ін.), доцільно ввести такі поняття :

- концентроване середовище – сукупність об'єктивних умов простору, які не дозволяють зовнішнім елементам потрапляти до середовища;

- неконцентроване середовище – сукупність об'єктивних умов простору, які спонукають зовнішні елементи до входження в середовище.

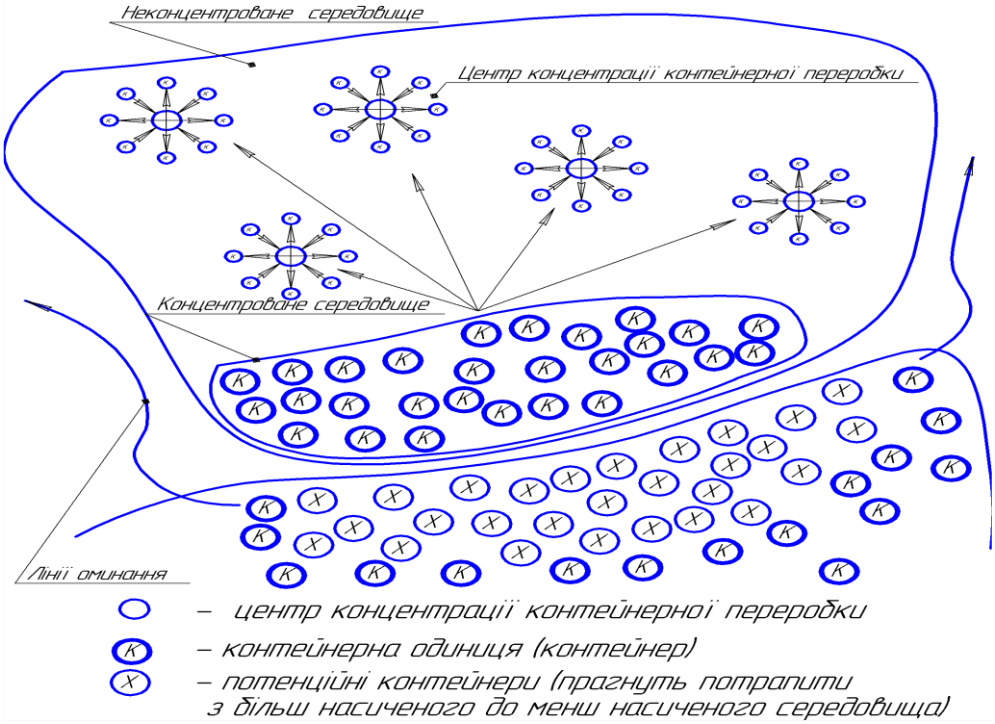


Рис. 2. Формування затримок контейнерів

Використовуючи ці поняття, розглянемо більш докладно природу виникнення затримок на прикладі контейнеропотоків.

За умови визнання контейнерного середовища гомогенним поведінка потоків ілюструється наступним чином. Концентроване середовище формується і підтримується завдяки постійним «вливанням» контейнерів (заходження контейнеровозів до портів, прибуття контейнерних поїздів тощо) і функціонує з максимальною продуктивністю до моменту його перевантаження.

Перенасичення настає тоді, коли наявні потужності середовища не здатні переробити матеріальні та інформаційні потоки, в результаті цього запускається механізм збільшення затримок, який продовжує накопичувати час на кожному з подальших етапів обробки контейнера. Формується так звана «черга» з тих контейнерів, які знаходяться в концентрованому середовищі, і з тих, що намагаються до нього потрапити. Нові «вливання» стають неможливими і відбувається переорієнтація контейнерів, що знаходяться в «черзі» на інші менш концентровані середовища, тобто імпортні контейнеропотоки огинають кордони нашої держави і прагнуть до якнайшвидшої доставки до пункту призначення через території інших країн.

Для виявлення найбільш вузьких місць «середовища накопичення» проведено аналіз всіх можливих причин затримки контейнерів у портах України. Найбільш вагомими (серед більше 40 виявлених) причинами є :

- митний огляд;
- митне оформлення контейнера;
- технічна або комерційна несправність контейнера;
- невідповідність або відсутність генеральної декларації;
- затримка фітосанітарною, ветеринарною чи карантинною службами;
- затримка службами екологічного та радіаційного контролю;
- неправильність оформлення супровідних документів;
- відсутність інформації в центральній базі даних митниці;

- відсутність рахунку-фактури;
- інші причини.

Велика концентрація затримок на кордоні України сприяє виникненню дестабілізуючого ефекту системи обробки контейнерів.

Пропонується розосередити концентроване середовище на більш оптимальні розмірні одиниці в просторі. Мається на увазі перерозподіл операцій з обробки елементів системи між існуючими потужностями для досягнення максимального ефекту і залучення нових контейнеропотоків через збалансовану (розвантажену) систему.

Проведені дослідження довели, що одним із найперспективніших напрямків оптимізації мультимодальних перевезень для України може стати перенесення ряду операцій, пов'язаних з обробкою імпортних контейнерів, до регіональних терміналів, що дозволить розвантажити прикордонні потужності для ефективної обробки транзитних потоків. Це надасть можливість сконцентрувати свою увагу на більш однорідних технологічних процесах.

Для підвищення схоронності вантажів у процесі транспортування територією України раціональним є залучення інноваційних технологій, які позитивно зарекомендували себе як концептуально новий спосіб контролю за місцезнаходженням вантажу, транспортного засобу та несанкціонованого доступу до контейнера. Використання електронних запірно-пломбуючих пристроїв (ЗПП) дає змогу контролювати доступ до вантажу в процесі його транспортування, виключити крадіжки та заміну вантажу до прибуття його до внутрішньодержавного пункту митного контролю, що в умовах сучасного ринку транспортних послуг є вагомим критерієм для вибору варіанта доставки вантажу вантажовідправником.

Математична постановка задачі. Формування чіткої розподіленості «навантаження» на кожен елемент системи обробки вхідних контейнеропотоків обумовлює розгляд двох середовищ:

- прикордонного;
- внутрішньодержавного.

До прикордонного слід віднести основні потужності з переробки контейнеропотоку, які сконцентровані на ст. Іллічівськ-Порт (1,15 млн TEU на рік) та ст. Одеса-Порт (900 тис TEU на рік).

Внутрішньодержавні потужності формуються за рахунок терміналів, існуючих на базі філій УДЦТС «Ліски», а саме: м. Чоп (300 TEU за добу), м. Київ (500 TEU за добу), м. Одеса (600 TEU за добу), м. Харків (500 TEU за добу), м. Дніпропетровськ (500 TEU за добу).

В умовах незбалансованої завантаженості потужностей стає неможливим подальше утримання устаткування, персоналу тощо.

Для обробки заданих об'ємів контейнеропотоків, які планується переорієнтувати для подальшої обробки з прикордонного середовища, до внутрішньодержавного виділені такі людські ресурси та служби:

- працівники митниці – 20 люд;
- співробітники фітосанітарного, ветеринарного, санітарно-карантинного контролю, екологічного та радіаційного контролю – 14 люд;
- співробітники терміналів, причетні до контрольних процедур перевірки – 30 люд.

З працівників наведених вище служб сформовані два типи контролюючих бригад з відповідними переробними спроможностями, перший тип – 40 конт./доб; другий тип – 32 конт./доб [4].

Перший тип :

- працівникі митниці – 5 люд;
- співробітники фітосанітарного, ветеринарного, санітарно-карантинного контролю, екологічного та радіаційного контролю – 3 люд;
- співробітники терміналів, причетні до процедур перевірки – 7 люд.

Другий тип :

- працівникі митниці – 3 люд;
- співробітники фітосанітарного, ветеринарного, санітарно-карантинного контролю, екологічного та радіаційного контролю – 2 люд;
- співробітники терміналів, причетні до процедур перевірки – 4 люд.

Розрахуємо необхідну кількість контролюючих бригад першого та другого типів для виконання заданих об'ємів робіт в найкоротший термін.

Нехай x_1- необхідна кількість терміналів 1-го типу, а x_2 - 2-го типу, тоді цільова функція буде мати вигляд

$$f(k) = 40x_1 + 32x_2 \to max\,.$$

Обмеження набувають вигляду

$$\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 \le 20; \\ 3x_1 + 2x_2 \le 14; \\ x_1 + x_2 \le 32; \\ x_1, x_2 \ge 0 \end{cases}$$

Проводимо обчислення в середовищі програмного продукту Graphic LP Optimizer (рис. 3).

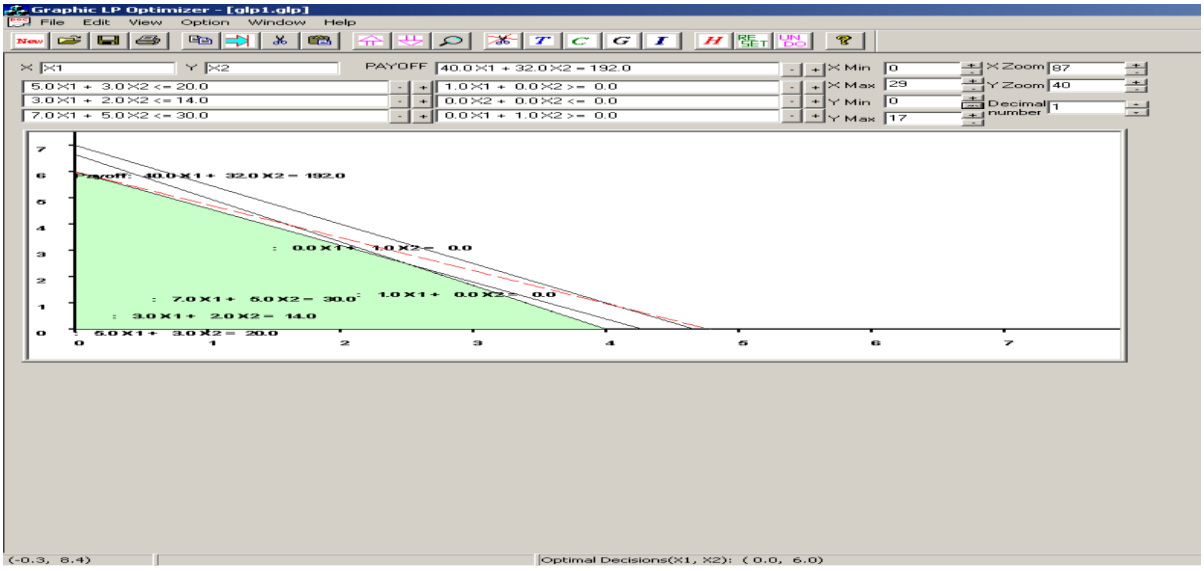


Рис. 3. Програмний інтерфейс моделі розрахунку перерозподілу потужностей

При обчисленні параметрично заданих обмежень отримуємо глобальний оптимум: $x_1 = 0; x_2 = 4$, тобто оптимальним є залучення шести контролюючих бригад другого типу, які у свою чергу здатні перероблювати добовий потік в розмірі 192 контейнерів. Річний переорієнтований потік складе – 70080 контейнерів, за умови обмеженої кількості технологічних потужностей.

З урахуванням проведеного моделювання для раціоналізації технологічного процесу (ТП) пропонується удосконалена структурна схема обробки імпортного контейнеропотоку в розподіленому середовищі (рис. 4).

На рис. 4 нумерованими блоками позначаються такі операції:

1- надходження інформації про наявні вантажі для отримання дозволу на судозахід (за одну добу до прибуття);

2- надходження заявки від морського агента до прикордонників (за чотири години до прибуття судна);

3- по прибутті уточнення інформації про маршрут, характер контейнерів;

4- подання товарно-транспортних документів, списку контейнерів для виконання вантажних операцій;

5- передача перевізником товарно-транспортних документів співробітникам прикордонного наряду;

6- оформлення екіпажу, транспортних засобів та ін.;

7- прикордонний огляд;

8- вантажні операції;

9- попередній огляд контейнерів (під час вантажних операцій);

10- контроль наявності пломб та цілісності контейнерів (під час вантажних операцій);

11- контрольний огляд контейнерів (після закінчення вантажних операцій);

12- відправлення транспортного засобу;

13- перевірка правильності оформлення документів, відправлення інформації в центральну базу митниці;

14- відправлення попередньої заявки на виплату накладених митних платежів;

15- вантажні операції в контейнерному терміналі (по прибутті);

16- митний огляд;

17- огляд фітосанітарною, ветеринарною, санітарно-карантинною службами, службою екологічного та радіаційного контролю;

18- вантажні операції в контейнерному терміналі (по відправленні);

19- прибуття вантажу до вантажоотримувача [3].

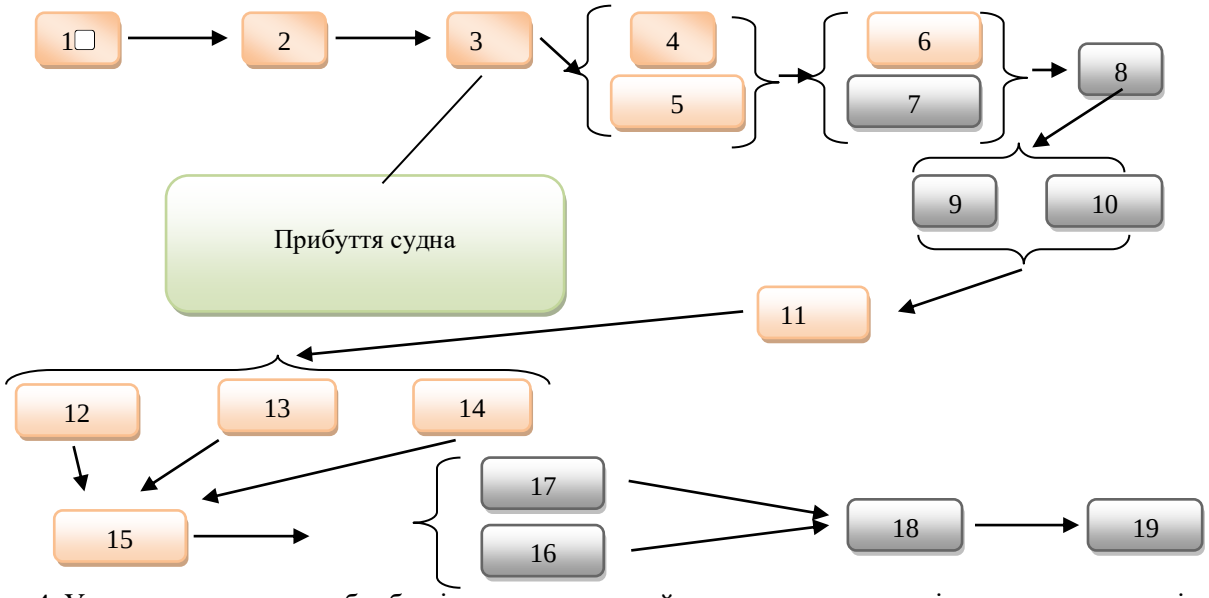


Рис. 4. Удосконалена схема обробки імпортного контейнеропотоку в розподіленому середовищі

Перенесення частини операцій з обробки імпортних контейнерів на внутрішньодержавні термінали дасть змогу збільшити частку мультимодальних перевезень, тим самим нівелювати недоліки кожного з видів транспорту та використовувати принципи раціонального сегментування ринку транспортних послуг на кожному з етапів транспортування.

Висновки. Проведено аналіз сучасних проблем розвитку мультимодальних контейнерних перевезень України. Визначено основні фактори впливу на імпортні контейнеропотоки, що дозволило вивести їх взаємозв'язок з внутрішньою транспортно-термінальною системою переробки міжнародного контейнеропотоку. Розроблено пропозиції щодо вдосконалення технології обробки мультимодальних контейнерних перевезень, на основі яких побудовано удосконалену схему обробки імпортного контейнеропотоку в розподіленому середовищі. Запропоновано комплекс заходів з перерозподілу завантаження існуючої ресурсно-технічної бази залізничного транспорту з припортових у внутрішні транспортні комплекси.

Список використаних джерел

1. Сич, Є.М. Економічні аспекти контейнерно-контрейлерного обслуговування клієнтури залізничного транспорту [Текст] / Є.М. Сич, Н.І. Богомолова, М.М. Андрієнко та [ін.]. – К.: Логос, 2007. – 392 с.

2. Абрамов, А.П. Контейнерные перевозки на железнодорожном транспорте [Текст] / А.П. Абрамов. – М.: РГОТУПС, 2004. – 235 с.

3. Кушнірчук, В.Г. Соціально-економічна ефективність інтермодальних перевезень [Текст] / В.Г. Кушнірчук // Проблеми економіки транспорту: матеріали IV міжнародної наук. конф. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В.Лазаряна, 2005. – С. 83-84.

4. Альошинський, Є.С. Пропозиції щодо покращення функціонування комплексів з обслуговування міжнародних контейнерних перевезень. Удосконалення управління експлуатаційною роботою залізниць [Текст] / Є.С. Альошинський, Г.І. Шелехань // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 85. – С. 178-182.

5. Данько, М.І. Вибір пропозицій по удосконаленню організації митних операцій на транспорті для підвищення конкурентоспроможності системи міжнародних перевезень України [Текст] / М.І. Данько, Є.С. Альошинський, Д.А. Шварьов // Залізничний транспорт України. – 2008. – № 3. – С. 18-20.

6. Балака, Є.І. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті [Текст] / Є.І. Балака, О.І. Зоріна, Н.М. Колесникова. – Харків, 2005. – 210 с.

7. Ellis, W.E., Port Authority of New York and New Jersey Inland Satellite Ports Initiative, presented at the 80th annual meeting of the Transportation Research Board. – Washington, D.C., January 2001.

8. Альошинський, Є.С. Основи формування процесу міжнародних вантажних залізничних перевезень [Текст]: дис… д-ра техн. наук: 05.22.01 / Альошинський Євген Семенович. – Харків, 2009. – 611 с.

9. Альошинський, Є.С. Можливості раціоналізації процесу виконання митних операцій на припортових залізничних станціях [Текст] / Є.С. Альошинський, С.О. Світлична, Т.Г. Стягін [та ін.] // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2011. – № 2/3 (50). – С. 14-18.

10. Base Realignment and Closure (BRAC) accessed April 2007, see www.defense-link.mil/brac/.

11. BTS—Bureau of Transportation Statistics, America's Container Ports: Delivering the Goods, Washington, D.C April 2007. Available at www.dot.gov/-affairs/briefing.htm.

12. Biederman, D. and B. Dibenedetto, "Twist of Fate," Journal of Commerce, Vol. 8, Issue 14, pps 22-27.

Альошинський Євген Семенович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-55.
Бондаренко Олександр Вікторович, магістр, кафедра транспортних систем та логістики Український державний університет залізничного транспорту.

Alyoshinsky Eugen Semenovich d-r of techn. sciences, professor, head of department of transport systems and logistics Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-19-55.
Bondarenko Alexander, MA department of transport systems and logistics Ukrainian State University of Railway Transport.

Стаття прийнята 2.07.2015 р.

УДК 656.025

РОЗВИТОК ПРИПОРТОВОЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Д-р техн. наук Д.М. Козаченко, канд. техн. наук М.І. Березовий, асп. А.І. Верлан

РАЗВИТИЕ ПРИПОРТОВОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЗА СЧЕТ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Д-р техн. наук Д.Н. Козаченко, канд. техн. наук Н.И. Березовый, асп. А.И. Верлан

DEVELOPMENT OF RAILWAY INFRASTRUCTURE OF PORTS THROUGH PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP

Doct. of techn. sciences D. Kozachenko, PhD. M. Berezovyi, postgraduate student A. Verlan

Розглянуто проблеми невідповідності пропускної спроможності припортової залізничної інфраструктури переробній спроможності морських портів. Запропоновано методи залучення приватних інвестицій для розвитку припортових станцій за рахунок вдосконалення структури тарифу залізниць.

Ключові слова: *припортова станція, морський порт, маршрут, залізничний тариф.*

Рассмотрены проблемы несоответствия пропускной способности припортовой железнодорожной инфраструктуры перерабатывающей способности морских портов. Предложены методы привлечения частных инвестиций в развитие припортовых станций за счет совершенствования структуры тарифа железных дорог.

Ключевые слова: *припортовая станция, морской порт, маршрут, железнодорожный тариф.*

The problems of disproportion between railway infrastructure handling capacity and handling capacity of sea ports are considered. In article proposed to solve this problem through the development of private port stations. It is usual way for North American and European transport systems. The analysis of transportation technology showed that starting and ending transportation operation and making up of unit trains can be worked out on private sidings. The difference in the composition of railway services when starting and ending operations worked out on the mainline infrastructure and on the private sidings is showed. The proposals of changing railway tariff system are given. Another proposals are connected with creating track capacity on the private sidings, that allow to make up unit-trains and allow to car interchange between mainline railway and private sidings in train regime. These steps create a competition in the part of transportation market and allow to attract private investment for port stations development.

Keywords: *port station; sea port; unit train; railway rate.*

Вступ. Обробка даних галузевої статистики показує, що на адресу морських портів прямує 19,7 % усіх вантажів, які перевозяться залізничним транспортом; при цьому 67 % вантажів, що перероблюються морськими портами, доставляються саме залізницями. У зв'язку з цим підвищення ефективності взаємодії залізниць та морських портів в цілому і розвиток припортових станцій зокрема є актуальною проблемою для економіки України.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Однією із нагальних проблем транспортної системи України є невідповідність пропускної спроможності залізничної інфраструктури переробній спроможності морських портів. Актуальність цієї проблеми вказана у Транспортній стратегії України до 2020 року. Для вирішення вказаної проблеми необхідно визначити її причини, вивчити світовий досвід організації перевезень у залізнично-водному сполученні та розробити заходи, що будуть стимулювати залучення приватних коштів у розвиток припортової інфраструктури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При виконанні залізнично-водних перевезень залізниці та морські порти виступають як елементи єдиної транспортної системи. У зв'язку з цим значна кількість наукових робіт, наприклад [1], спрямовані на удосконалення процесу їх взаємодії. В той же час результати досліджень, виконаних у [2], показують, що починаючи з кінця 90-х років 20-го сторіччя суттєво зросла диспропорція у пропускній спроможності залізниць і переробній спроможності портів і саме залізниці є одним із факторів, що обмежують нарощення експорту вітчизняних товарів. У зв'язку з цим у багатьох випадках завдання організації перевезень вантажів у порти вирішуються не з позиції забезпечення мінімуму експлуатаційних витрат, а з позиції досягнення максимально можливого обсягу перевезень. Це вказує на необхідність розвитку припортової залізничної інфраструктури. Зокрема, виконані у [3, 4] дослідження показують, що спорудження додаткової колійної ємності може забезпечити суттєве покращення ефективності залізнично-водних перевезень.

Визначення мети та задачі дослідження. Розвиток припортової залізничної інфраструктури стикається з рядом проблем, основними з яких є наступні. По-перше, на сьогодні магістральна залізнична інфраструктура перебуває виключно у державній власності і для неї характерним є хронічний дефіцит коштів на реалізацію інфраструктурних проектів. Така ситуація призводить до значних збитків через простої рухомого складу та «омертвіння» вантажної маси. По-друге, обсяги роботи окремих вітчизняних портів суттєво залежать від кон'юнктури ринку окремих товарів. Через це в Україні спостерігається досить часта

переорієнтація вантажопотоків не лише між портами, а навіть між водними басейнами протягом коротких періодів часу [2]. Тому для державної компанії є досить ризикованим інвестування у розвиток транспортної інфраструктури у відповідь на будь-яке зростання обсягів вантажопотоків. У зв'язку з цим метою дослідження є розробка заходів, що будуть стимулювати інвесторів до вкладання недержавних коштів у розвиток припортової залізничної інфраструктури.

Основна частина дослідження. Морські порти України та припортова залізнична інфраструктура були побудовані переважно за часів СРСР в першу чергу для переробки імпорту, який переважав у другій половині минулого століття над експортом. Сумарна перевалка вантажів портами України в 1990 році становила 120 млн т. Упродовж наступних семи років спостерігалося падіння обсягів перевалки і в 1996 році був відзначений мінімум – 48,4 млн т (40,3 % від обсягів роботи 1990 року). Після цього почалося зростання перевалки вантажів у портах за рахунок збільшення сировинного експорту. Максимум перевалки був досягнутий в 2008 році і склав 169,7 млн т (141,4 % від обсягів роботи 1990 року). У 2013 році обсяг перевалки вантажів морськими портами України склав 149,4 млн т (124,5 % від обсягів роботи 1990 року). Динаміка обсягів перевалки вантажів морськими портами України у порівнянні з 1990 роком наведена на рис. 1.

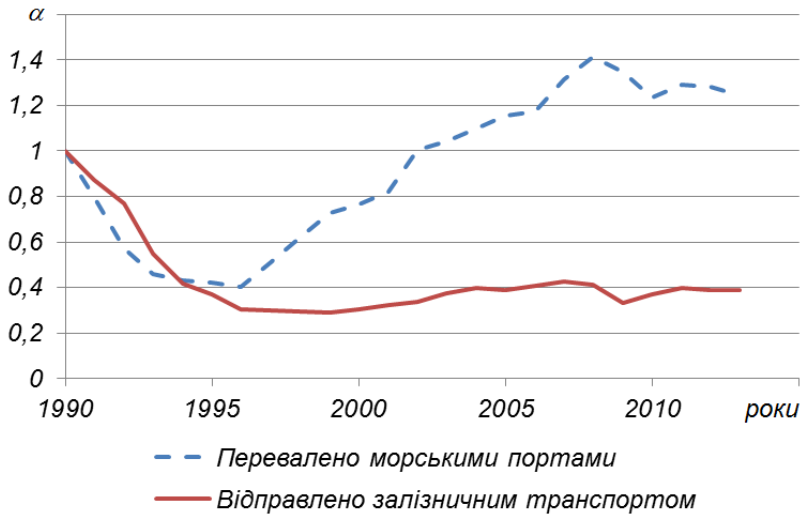


Рис. 1. Динаміка змін обсягів роботи залізничного транспорту та морських портів у порівнянні з 1990 роком

Багато в чому це зростання було забезпечено завдяки ринковим реформам в портовій галузі, які дозволили залучити значні приватні інвестиції в оновлення і розвиток переробних потужностей портів.

По-іншому виглядає ситуація на залізничному транспорті. У 1990 році відправлення вантажів залізничним транспортом становило 974,2 млн т. Потім спостерігалося падіння обсягів роботи, які досягли мінімуму в 1999 році – 284,2 млн т (29,2 % від обсягів роботи 1990 року). У 2013 році обсяг відправлення вантажів залізничним транспортом склав 377,3 млн т (38,9 % від обсягів роботи 1990 року). До сьогоднішнього часу ринок залізничних перевезень знаходиться практично повністю в монопольному стані. Реформування галузі, яке почалося в 2006 році з прийняттям «Концепції державної програми реформування залізничного транспорту», з різних причин відкладається і за дев'ять років не вдалося закінчити в повному обсязі навіть перший етап реформи. Багаторічна відсутність інвестицій у розвиток матеріально-технічної бази залізничного транспорту призвела до того, що на даний час фізичний знос основних фондів галузі перевищив 90 %, в т.ч. тяговий рухомий склад – 94,2 %, вантажні вагони – 88,2 %, колійне господарство – 84,6 %.

Суттєві зміни відбулися і в характері вантажопотоків. Зокрема важливим є збільшення обсягів перевезень у залізнично-водному сполученні у зв'язку зі зростанням сировинного експорту. Тому на сьогодні склалася значна диспропорція між пропускною спроможністю припортових залізничних станцій та переробною спроможністю портів, що викликає значні простої вагонів і вантажів на підходах. Враховуючи те, що зараз переважна частина перевезень здійснюється у приватних вагонах із значною величиною плати за користування, це призводить до збільшення транспортних витрат і втрати конкурентоспроможності вітчизняних товарів на міжнародному ринку, а для транспортної системи України – до втрати конкурентоспроможності на ринку міжнародних транзитних перевезень [5].

Проблеми забезпечення гармонійного розвитку переробної спроможності морських портів та пропускної спроможності залізниць, що їх забезпечують, характерні для багатьох країн світу. Найбільш схожа ситуація з Україною склалася в Російській Федерації. Зростання сировинних вантажопотоків і прийняті політичні рішення про орієнтацію експорту на російські порти призвели до бурхливого розвитку переробної спроможності портів і утворення дисбалансу з пропускною спроможністю залізниць. Як результат, на підходах до портів виникають значні затримки вагонів. Зокрема, лише в лютому 2014 на мережі ВАТ «РЖД» на адресу російських портів і припортових нафтобаз було відставлено від руху 147 поїздів з вантажами, що слідували на експорт.

Системні проблеми невідповідності пропускних спроможностей залізниць переробним спроможностям портів практично відсутні в Північній Америці, де організація транспортного ринку дозволяє створювати найрізноманітніші транспортні підприємства. Так, в США залізниці першого класу перейшли на концепцію оптового продавця і в основному працюють не з окремими вагонами, а з поїздами. Обслуговування морських портів здійснюється термінальними залізницями та окремими термінальними операторами, що забезпечують формування та погашення поїздопотоків. Прикладом термінальної залізниці може бути Port Terminal Railroad Association (PTRA), яка утворена портом Х'юстон і трьома залізницями першого класу Union Pacific, Burlington Northern Santa Fe і TexMex/KCS. PTRA має протяжність близько 248 км і обслуговує 226 клієнтів, розташованих в порту. Важливим елементом функціонування PTRA є те, що тарифи на перевезення вагонів по її території інтегровані в тарифи на перевезення залізниць першого класу і розраховуються на всю відстань перевезення. Внаслідок цього доходи від перевезення розподіляються між її учасниками. Тарифікація початково-кінцевих операцій на території PTRA здійснюється за її власним тарифом і формує її основний дохід.

Однією з найбільших припортових залізниць у Європейському Союзі володіє порт Гамбург. Загальна протяжність колій цієї залізниці складає 300 км. До складу припортової залізниці входить три сортувальних комплекси. На залізничній інфраструктурі працює 85 залізничних компаній. Щодня в порту переробляється понад 200 поїздів. Близько 12 % вантажопотоку залізниць Німеччини зароджується або погашається в порту Гамбург. Збалансований розвиток перевантажувальних потужностей, залізничної та складської інфраструктури, наявність потужної інформаційної системи дозволяє практично повністю уникати затримок вантажопотоку на підходах до порту. У Франції, в результаті реформування залізничного транспорту, створені малі залізниці для обслуговування портів Ла-Рошель, Гавр, Марсель. Страсбург та ін.

Таким чином, створення припортових залізниць є досить поширеною практикою у світі і забезпечує узгодженість розвитку морських портів та залізничних підходів до них.

Для забезпечення розвитку таких залізниць в Україні необхідно створити умови для функціонування приватних припортових станцій та малих залізниць. Економічну основу для функціонування таких залізниць можуть забезпечити наступні заходи:

- введення тарифікації перевезень для маршрутних відправок або надання знижок для маршрутних відправок;
- виділення із тарифу термінальної складової і її демонополізація;
- виділення у тарифі локомотивної складової та нарахування її на весь маршрут прямування поїзда.

Надання знижок для маршрутних відправок є розповсюдженою практикою у світі. Основні принципи визначення величини знижок для вітчизняних умов наведені у [6-8].

Одним з конкурентних секторів ринку, який може бути демонополізовано, є ринок термінальних операцій. Зокрема в США в даному секторі ринку успішно діють близько 196 Switching and Terminal операторів. Виділення термінальної складової передбачено Постановою Міжпарламентської Асамблеї держав - учасниць Співдружності Незалежних Держав від 23.11.2012 р. № 38-14 прийнятий Модельний закон «Про регулювання транспортних тарифів». На разі термінальна складова виділена у тарифі російської вертикально-інтегрованої залізничної компанії «Железные дороги Якутии».

Розглянемо зміст виділення термінальної операції в тарифі.

Формування тарифу на перевезення вантажів залізничним транспортом виконується відповідно до структури тарифу, встановленого Міністерством інфраструктури України. Тариф включає плату за початково-кінцеву операцію та операцію руху [9]. При цьому до початково-кінцевих операцій відносяться всі операції, які виконуються з вагоном від моменту його прибуття на станцію виконання вантажної операції до відправлення з неї. Відповідно до існуючого Збірника тарифів частина витрат покривається за рахунок тарифу, а частина за рахунок додаткових плат і зборів. Необхідно також зазначити, що на відміну від Тарифних умов Російської Федерації [10], визначення і склад початково-кінцевих операцій в українському Збірнику тарифів відсутні.

Серед початково-кінцевих операцій є операції, які виконуються залізницею незалежно від місцевих умов. До таких операцій належать, наприклад, оформлення перевізних документів, передача вагонів в технічному та комерційному відношенні, повідомлення про прибуття вантажу і т. ін. Перелік і складність інших операцій а, відповідно, і пов’язані з ними витрати суттєво залежать від місцевих умов. Аналіз технології роботи станцій дозволяє встановити, що основними факторами, які впливають на складність вантажних операцій, є:

- місце виконання вантажних операцій;
- порядок забезпечення навантаження порожніми вагонами і направлення порожніх вагонів після вивантаження;
- належність вагона до парку власності залізниць або до парку власних (орендованих) вагонів.

Принципово можна виділити три характерні варіанти виконання початково-кінцевих операцій:

- операції з вагонами, що прибувають для виконання вантажних операцій на місця загального користування;
- операції з вагонами, що прибувають на магістральні станції і потім подаються на колії незагального користування маневровим порядком;
- слідують на під’їзні колії поїзним порядком без зупинки на станції примикання.

Найбільший перелік початково-кінцевих операцій виконується з вагонами, що прибувають для виконання вантажних операцій на місцях загального користування.

Схема виконання операцій на місцях загального користування наведена на рис. 2. На цьому рисунку виділені такі варіанти обслуговування вагонів: 1 - розвантаження на місцях загального користування і відправлення порожнім; 2 - розвантаження на місцях загального користування, передача під завантаження на місця незагального користування; 3 - прибуття порожнього вагона для завантаження на місцях загального користування; 4 - отримання порожнього вагона з місць незагального користування і завантаження на місцях загального користування; 5 - здвоєні операції на місцях загального користування.

Окремі під'їзні колії промислових підприємств України (наприклад ТОВ з ІІ ТІС, ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПАТ «МК«АЗОВСТАЛЬ») мають залізничну інфраструктуру, що дозволяє виконувати приймання і відправлення поїздів без їх розформування на станціях примикання. У цьому випадку в процесі початково-кінцевих операцій з вагонами і вантажами виконуються лише операції по прибутті поїзда і його відправленні, що суміщаються з приймально-здавальними операціями. Можливі варіанти послідовності виконання операцій з вагонами на місцях незагального користування, коли вагони слідують на них і з них у складі поїздів з магістральної мережі, подані на рис. 3.

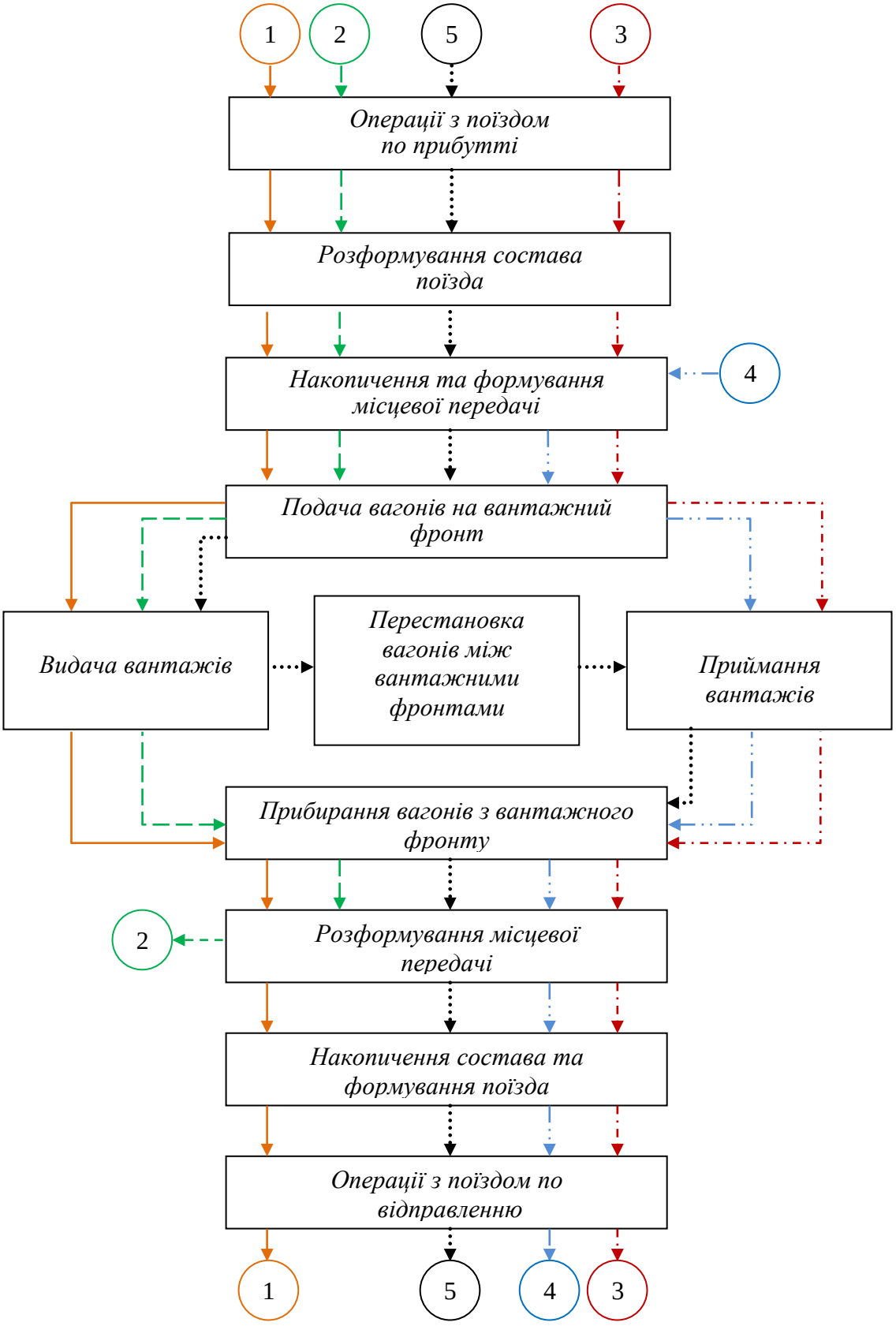


Рис. 2. Схема виконання початково-кінцевих операцій з вагонами на місцях загального користування

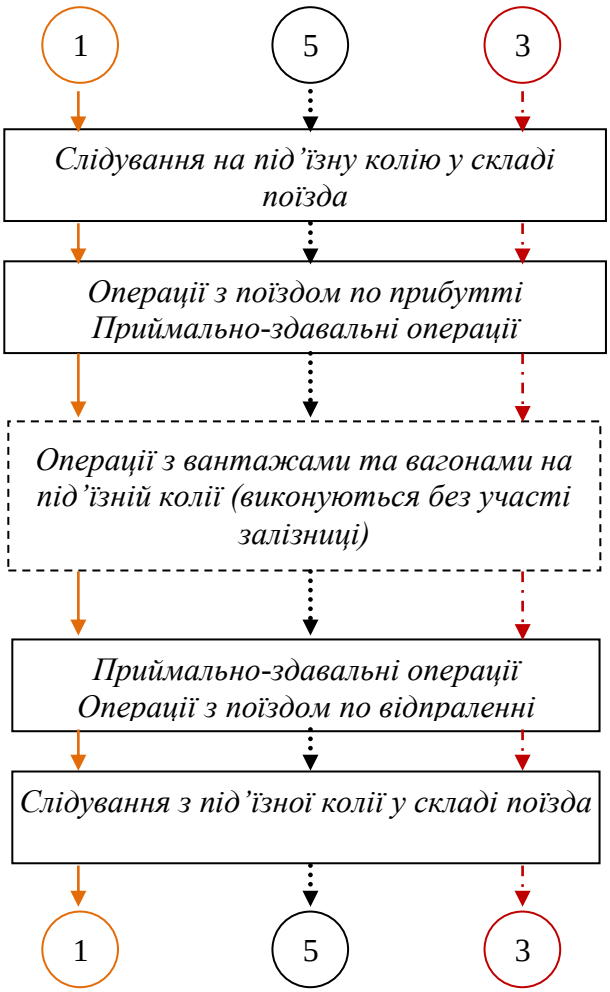


Рис. 3. Схема виконання початково-кінцевих операцій з вагонами на місцях незагального користування при слідуванні на них вагонів у складі організованих поїздів

На підставі аналізу розподілу експлуатаційних витрат, пов'язаних з вантажними перевезеннями, за джерелами покриття [9] та структури експлуатаційних витрат, пов'язаних з вантажними перевезеннями по статтях номенклатури витрат [11], визначено питому вагу витрат на технологічні операції, які виконуються залізницями в складі початково-кінцевих операцій з вагонами, які прибувають і відправляються на залізничні колії незагального користування у складі організованих поїздів без переформування на станціях примикання. При виконанні розрахунків прийнято, що загальновиробничі витрати по господарствах розподіляються пропорційно до основних витрат, а витрати управлінь залізниць – пропорційно до розподілених витрат по господарствах. Встановлено, що собівартість початково-кінцевих операцій з вагонами, які прибувають і відправляються на залізничні колії незагального користування у складі організованих поїздів без переформування на станціях примикання, нижче від середньомережевої на 68 % в частині інфраструктурної та на 24 % в частині вагонної складових плати за початково-кінцеві операції. Необхідно відзначити, що власники залізничної інфраструктури незагального користування все одно несуть витрати на її утримання та обслуговування поїздів і вагонів. Ці витрати закладаються або у вартість вантажу на станціях навантаження, або у вартість переробки вантажів у портах на припортових станціях. Це ставить підприємства, що мають власні залізничні станції, у нерівні умови

конкуренції з підприємствами, що обслуговуються залізницею.

Залежності величини знижок до тарифу *R* для перевезень вантажів за найбільш розповсюдженими тарифними схемами 1 та 2 у вагонах, які прибувають і відправляються на залізничні колії незагального користування у складі організованих поїздів без переформування на станціях примикання, в залежності від відстані, подано на рис. 4. На даному рисунку величина знижки розрахована на одну операцію. При цьому прийнято, що витрати на початкову та на кінцеву операцію однакові.

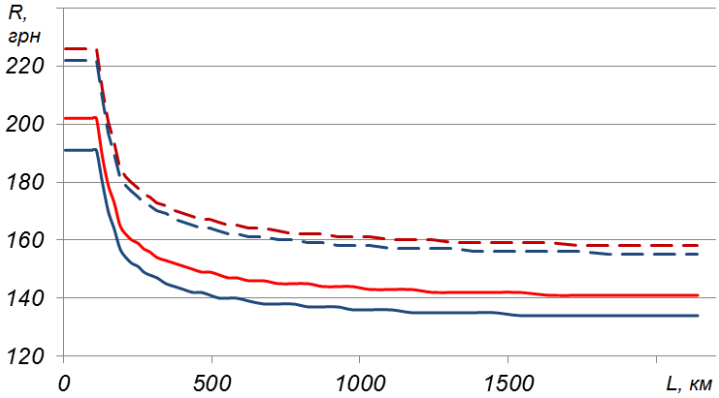


Рис. 4. Залежність знижки на початкову або кінцеву операції від відстані перевезень

Середня відстань перевезень вантажів у 2014 році склала 499,3 км. Аналіз рис. 3 показує, що для перевезень в межах від 301 до 2190 різниця у величині знижки для мінімальної та максимальної відстані перевезень не перевищує 10 %. У зв'язку з цим можуть бути прийняті мінімальні значення знижок. Величини цих знижок наведені у таблиці.

Таблиця

Пропоновані знижки на початкову або кінцеву операції від відстані перевезень

Тарифна схема	Знижка до тарифу	
	Для вагона парку залізниць	Для власного або орендованого вагона
1	158	141
2	155	134

Одним із затратних елементів перевізного процесу є подача та забирання вагонів із магістральних залізничних станцій на під'їзні колії. Ця операція здійснюється маневровими тепловозами,більша частина яких функціонує з подовженим терміном експлуатації. Через обмеження потужності маневрових локомотивів та довжини колій подача-прибирання вагонів здійснюється за декілька етапів. Для того щоб стимулювати вантажовідправників до подовження та електрифікації приймально-відправних колій незагального користування для забезпечення можливості приймання та відправлення повносоставних поїздів збір за подачу та забирання вагонів на ці під'їзні колії локомотивами залізниці доцільно визначати як збільшення локомотивної складової у тарифі

$$П_{п(у)} = k_{л} \frac{l_{нп}}{L} C(L),$$

де $l_{нп}$ - відстань пробігу поїзного локомотива по залізничній колії незагального користування;

$C(L)$ - тариф за перевезення вантажів залізницями загального користування на відстань L;

$k_{л}$ - частка локомотивної складової у вартості послуг магістральної інфраструктури та локомотивної тяги.

Запропонований крок дасть суттєвий стимул для розвитку приватної залізничної

інфраструктури, так як витрати на подачу-прибирання вагонів при цьому зменшуються більше ніж у 10 разів.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Виконані дослідження показали, що однією із основних проблем перевезень вантажів у залізнично-водному сполученні є невідповідність переробної спроможності портів пропускній спроможності залізничної інфраструктури та хронічна відсутність коштів у розвиток останньої. Вирішення вказаної проблеми може досягатись за рахунок тарифного стимулювання інвестування коштів у розвиток припортових станцій. Запропоновані кроки із запровадження знижок на маршрутні відправки, початково-кінцеві операції та удосконалення порядку визначення плати за подачу та прибирання вагонів створять умови для залучення приватних інвестицій у розвиток припортової інфраструктури, що дасть можливість зменшити собівартість перевезень у залізнично-водному сполученні.

Список використаних джерел

1. Ломотько, Д.В. Совершенствование технологии передачи грузопотока при взаимодействии железнодорожного и морского транспорта [Текст] / Д.В. Ломотько, Т.З. Вейисов // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. – С. 91-97.

2. Левицкий, И.Е. Совершенствование переработки местных вагонопотоков в железнодорожных узлах [Текст] / И. Е. Левицкий, Р. Г. Коробьева // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. - 2008. - Вип. 23. - С. 104-107.

3. Альошинський, Є.С. Аналіз проблем та перспектив розвитку інфраструктури припортових залізничних вузлів [Текст] / Є.С. Альошинський, С.О. Світлична // Сб. науч. трудов SWorld. Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте, 2012». – Одеса, 2012. – Вип. 1. – Т.1. – С. 3-7.

4. Бутько, Т.В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів в умовах зростання вантажопотоків [Текст] / Т.В. Бутько, Т.В. Головко // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2006. – Вип. 8. – С. 5-13.

5. Лаврухін, О.В. Транзитні вантажопотоки залізницями України в умовах інтеграції до Європейського Союзу [Текст] / О.В. Лаврухін, О.М. Костєнніков, Г.О. Ковальова, О.Ю. Калмиков // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 146. – С. 46-49.

6. Козаченко, Д.Н. Проблемы стимулирования отправительской маршрутизации на железнодорожном транспорте [Текст] / Д.М. Козаченко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - 2013. - № 3(192). - С. 207-211.

7. Козаченко, Д.Н. Оценка эффективности маршрутизации перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом в современных условиях [Текст] / Д.Н. Козаченко, Р.В. Вернигора, А.И. Верлан // Зб. наук. праць Донецького інституту залізнич. трансп. - 2012. - № 3. - С. 25-29.

8. Верлан, А.И. Совершенствование методов технико-экономической оценки эффективности перевозки грузов отправительскими маршрутами [Текст] / А.И. Верлан, Е.П. Пинчук, И.Л. Журавель // Зб. наук. праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2014. - Вип. 7. - С. 10-14.

9. Тарифне керівництво №1. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2009. – 200 с.

10. Прейскурант №10-01 «Тарифы на перевозку грузов и услуги инфраструктуры, выполняемые Российскими железными дорогами», ч. I, ч. II [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://doc.rzd.ru/doc/public/ru?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&id=6188.

11. Номенклатура витрат з основних видів економічної діяльності залізничного транспорту України [Текст]: наказ № 417 – Ц від 21.08.2007. – К.: Укрзалізниця, 2011. – 448 с.

Козаченко Дмитро Миколайович, д-р техн. наук, професор, науково-дослідна частина Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В Лазаряна. Тел. (056) 371-51-09. E-mail: kozachenko@upp.diit.edu.ua.

Березовий Микола Іванович, канд. техн. наук, доцент, кафедра управління експлуатаційною роботою Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В Лазаряна. Тел. (056) 373-15-70. E-mail: niber07@mail.ru.

Верлан Анатолій Іванович, аспірант, кафедра управління експлуатаційною роботою Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В Лазаряна. Тел. (056) 373-15-70.
E-mail: averlan@tis.ua.

Kozachenko Dmytro Mykolayovych, d-r science, professor Research & Development Department of Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan. Tel.: (056) 371-51-09.
E-mail: kozachenko@upp.diit.edu.ua.
Berezovyi Mykola Ivanovych PhD, Associate Professor, Department of Management in operational work of Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan. Tel.: (056) 373-15-70.
E-mail: niber07@mail.ru.
Verlan Anatoliy Ivanovych postgraduate student, Department of Management in operational work of Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan. Tel.: (056) 373-15-70.
E-mail: averlan@tis.ua.

Стаття прийнята 07.07.2015 р.

УДК 618.518:656.22

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ПІДХОДІВ

Кандидати техн. наук В.М. Запара, Я.В. Запара, магістрант І.Г. Гергель

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ

Кандидаты техн. наук В.М. Запара, Я.В. Запара, магистрант И.Г. Гергель

IMPROVEMENT TECHNOLOGY BY RAIL UNIT OF MODERN LOGISTICS APPROACHES

Candidates of techn. sciences V.Zapara, Y.Zapara, master student I. Gergel

На сьогодні використання сучасних логістичних підходів є обов'язковою умовою покращення роботи залізничного транспорту. За рахунок використання цих підходів проведено імітаційне моделювання роботи залізничного вузла, що дало можливість отримати його оптимальну технологію роботи при заданих параметрах. Надана вузловому диспетчеру інформація дасть можливість відслідковувати поведінку та завантаженість кожного елемента керуючої системи та приймати рішення щодо його використання.

Ключові слова: *залізничний вузол, імітаційне моделювання, логістичні підходи, агентне моделювання, технологія роботи, обіг вагона.*

На сегодня использование современных логистических подходов является обязательным условием улучшения работы железнодорожного транспорта. За счет использования этих подходов проведено имитационное моделирование роботы железнодорожного узла, которое дало возможность получить его оптимальную технологию работы при заданных параметрах. Предоставленная узловому диспетчеру информация позволит отследить поведение и загруженность каждого элемента управляющей системы и принимать решение относительно его использования.

Ключевые слова*: железнодорожный узел, имитационное моделирование, логистические подходы, агентное моделирование, технология работы, оборот вагона.*

Research performance of railways indicate the need for further improvement of rail transport in the field of freight transportation through the use of modern logistics management, sho will improve the

performance of existing and attractiveness of the railways. The example of the powerful railway junction structure described simulation model of a railway node on agent-based modeling with application of modern logistic approaches. The whole model is a combination of different types of agents that alter their state at fixed intervals based on the rules of conduct, and the status of other agents. Three-level models: infrastructure, service and manager. The result of the simulation is to obtain a number of relevant technologies rail hub at different parameters of its work. This will allow the hub (train) controller technology to work to elect one that is acceptable at the current time.

Keywords: *railway junction, simulation , logistics approaches, agent-based modeling, the technology works, the turnover of the car.*

Вступ. Враховуючи сучасні тенденції розвитку світової економіки, економічний розвиток України повинен бути зорієнтований на інноваційний тип відтворення, оскільки інновації сьогодні є сферою формування конкурентних переваг будь-якої національної економіки. Головною метою подальшого функціонування залізничного транспорту має стати створення відповідного рівня його розвитку, який дозволить задовольнити життєво важливі потреби країни і населення в перевезеннях в умовах забезпечення сталого економічного зростання, забезпечивши якнайшвидший перехід до сучасної інфраструктури, що відповідає запитам та вимогам сучасної економіки. Одним із важливих елементів сучасної інфраструктури має стати логістичний підхід оптимізації інноваційної діяльності.

Логістичний підхід в сучасних умовах розвитку залізничного транспорту прискорить важливі процеси інтеграції в європейську транспортну систему з метою формування міжнародних маршрутів. Одним із завдань логістики є уникнення нераціональних перевезень короткопробіжних, невиправданих дальніх, зустрічних, порожніх пробігів, а також повторних перевезень, коли вантаж повторно перевозиться, розвантажується і завантажується на складських підприємствах посередницьких організацій.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. У зв’язку зі складною економічною ситуацією та зменшенням обсягів вантажів, заявлених вантажовласниками до перевезення, знизилися показники навантаження залізниць України. Так, за даними Департаменту управління рухом Укрзалізниці, впродовж І кварталу цього року залізничники в середньому щодоби навантажували 698,8 тис. т вантажів, що становить 103,6 % до планового завдання та 74,4 % до минулорічного рівня. Упродовж січня-березня 2015 року в середньому за добу вивантажувалося понад 11 тис. вагонів, що становить 103,1 % до планового завдання та 76,6 % до аналогічного періоду минулого року. Обіг вантажного вагона становить 10,83 діб – 96 % до планового завдання. Обіг навантаженого вагона у січні-березні 2015 року склав 5,2 доби, прискорений на 3,8 % відповідно до планового завдання. Також на 5,17 год до планового завдання знижено час простою вагона під однією вантажною операцією і його виконання становить 74,03 год. Простій вагона на одній технічній станції знижений до планового завдання на 2,15 год до плану і його виконання становить 13,45 год. Вантажний рейс вагона у середньому склав 575,2 км, що більше планового завдання на 10,2 %. Дана інформація свідчить про необхідність подальшого вдосконалення роботи залізничного транспорту в сфері вантажних перевезень шляхом використання сучасних логістичних заходів, шо дозволить покращити існуючі показники роботи та привабливість залізниць.

Підвищення ефективності в роботі залізниці багато в чому залежить від стану транспортної інфраструктури і, в першу чергу, від розвитку залізничного транспорту. Рівень попиту на залізничні перевезення в умовах посилення конкурентної боротьби визначається насамперед якістю сервісу. Практика свідчить про те, що логістична підтримка просування вантажопотоків на залізничному транспорті здійснюється фрагментарно, загострюється проблема підвищення ефективності та якості роботи залізничного транспорту. Перед залізницями України на сьогодні стоїть завдання ефективного використання рухомого складу (до 80 % часу свого обігу він знаходиться у залізничних вузлах), інструментом для

досягнення стабільної і ефективної роботи залізниці є сучасні логістичні підходи.

Одним із ключових залізничних вузлів Одеської залізниці, що розглядається у роботі, через який проходить більшість вантажів, є Знам'янський вузол. Отже, покращення його роботи значно підвищить ефективність роботи як Одеської залізниці, так і всієї Укрзалізниці в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вдосконаленню перевізного процесу у залізничних вузлах присвячена значна кількість наукових праць як вітчизняних, так і зарубіжних вчених (В.І. Бобровський, Т.В. Бутько, М.І. Данько, Д.М. Козаченко, В.М. Кулешов, В.К. Мироненко, Д.В. Ломотько, О.М. Огар, Є.М. Тішкін) [1-2], також є наукові праці молодих вчених П.В. Долгополова, Я.В. Запари, Р.Г. Коробйової, О.А. Малахової, В.І. Мацюка, Н.П. Носенка, О.О. Сичова, Ю.В. Чибісова [3-7]. Роботи науковців стосувалися вирішення багатьох складних задач та проблем, серед яких: вдосконалення технології роботи технічних та вантажних станцій, під'їзних колій та їх взаємодії; поліпшення автоматизації перевізного процесу, інформаційна підтримка працівників тощо. Проте комплексні питання ефективного використання рухомого складу та потужностей у залізничних вузлах, що його обслуговують, в частині вибору оптимальної технології роботи системи за рахунок використання логістичних підходів на основі імітаційного моделювання, висвітлені недостатньо.

Аналізуючи світовий досвід використання імітаційного моделювання, зокрема з формування агентно-орієнтованого підходу в моделюванні складних систем, слід відмітити наукові праці вчених А.М. Колмогорова, І. Прігожина, І. Стенгерса, Г. Хакена та ін. [8, 9]. Із сучасних вчених слід відмітити праці з практичного застосування імітаційного моделювання А.В. Борщова, С.І. Паринова, Н.М. Личкіна, Ю.І. Толуєва та багатьох інших [10]. Реалізація імітаційного моделювання провадиться у різних сферах, зокрема і на транспорті. На сьогодні наукових праць, присвячених використанню агентного моделювання при відтворенні роботи у залізничних вузлах України, майже немає. Проте відомі роботи Д.А. Іванова [11] та інших російських вчених, які присвячені агентному моделюванню при створенні раціональних ланцюгів постачання у логістиці.

Визначення мети та задачі дослідження. В статті на прикладі потужного залізничного вузла викладена структура імітаційної моделі функціонування залізничного вузла на основі агентного моделювання із застосуванням сучасних логістичних підходів. Результатом моделювання є отримання ряду відповідних технологій роботи залізничного вузла при різних параметрах його роботи. Це дозволить вузловому (поїзному) диспетчеру обирати ту технологію роботи, яка є прийнятна на поточний час.

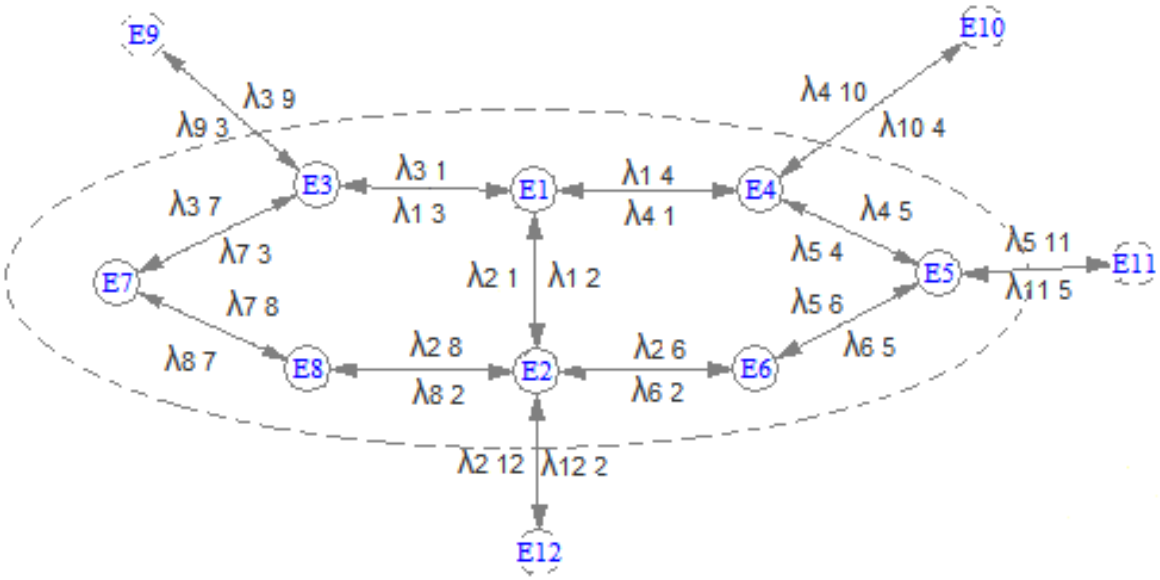
Основна частина дослідження. Імітаційне моделювання — це метод, що дозволяє будувати моделі описуваних процесів, як ці процеси проходили б насправді. Можна виділити такі різновиди імітації: метод Монте-Карло (метод статистичних випробувань); метод імітаційного моделювання (статистичне моделювання); імітаційне ігрове моделювання; агентне моделювання; метод дискретного моделювання; системна динаміка. Загальна схема підходів імітаційного моделювання наведена на рис. 1.

В роботі при моделюванні залізничного вузла використаний метод агентного моделювання. Агентне моделювання – це метод імітаційного моделювання, що досліджує поведінку децентралізованих агентів і те, як ця поведінка визначає поведінку всієї системи в цілому. Особливість даного виду моделювання полягає в тому, що індивідуальна поведінка кожного агента утворює глобальну поведінку системи, що моделюється.

Для отримання безпосередньо параметрів та даних базового залізничного вузла побудований відповідний граф станів (рис. 2).

При моделюванні технології роботи вузла на певний період необхідно врахувати стан вузла на початок періоду. Провести збір даних про розташування і стан вагонів та обладнання вузла можна, використовуючи дані із існуючої інформаційної системи АСК ВП УЗ-Є, або використати приблизні оцінки стану вузла на початок моделювання.

Рис. 1. Підходи в імітаційному моделюванні на шкалі рівня абстракції



E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12 – імовірність знаходження вагона на станції Знам'янка, Долинська, Чорноліська, Користівка, П'ятихатки-стикова; E2 – імовірність знаходження вагона на станції; E3 – імовірність знаходження вагона на станції; E4 – імовірність знаходження вагона на станції; E5 – імовірність знаходження вагона на станції; E6 – імовірність знаходження вагона на станції Кривий Ріг Головний; E7 – імовірність знаходження вагона на станції Кіровоград; E8 – імовірність знаходження вагона на станції Помічна; E9 – імовірність знаходження вагона на станції ім. Тараса Шевченка; E10 – імовірність знаходження вагона на станції Кременчук; E11 – імовірність знаходження вагона на станції Дніпропетровськ; E12 – імовірність знаходження вагона на станції Миколаїв; λ_i – інтенсивність переходу із стану в стан, ваг/год

Рис. 2. Граф станів вантажного вагона у залізничному вузлі

Першим етапом в моделюванні є визначення параметрів моделювання системи, що задаються набором параметр-значень. Вони описують способи прийняття рішень інтелектуальними агентами, вірогідності ідентифікації несправностей вагонів та інші параметри безпосередньо імітаційної моделі

$$SO = \left\{ \left\langle Y_j, Z_j \right\rangle, j = \overline{1, n_{so}} \right\}, \quad (1)$$

де $\left\langle Y_j, Z_j \right\rangle$ – пара параметр-значення;

n_{so} – кількість параметрів моделювання.

Для визначення умов функціонування вузла визначаємо його конфігурацію, що містить перелік обладнання та персоналу, які можна задіяти, та його властивості, визначаються колії, які можна використовувати тощо

$$NC_i = \left\{ \left\langle K_p, \left\{ t_p^s, t_p^b \right\} \right\rangle, \left\langle Q_h, \left\{ t_h^s, t_h^b \right\} \right\rangle, p \in EQ^+, h \in Q^- \right\}, \quad (2)$$

де $\left\langle K_p, \left\{ t_p^s, t_p^b \right\} \right\rangle$ – кортеж, що описує інтервали часу $\left\{ t_p^s, t_p^b \right\}$, коли доступне обладнання K_p протягом періоду моделювання;

$\left\langle Q_h, \left\{ t_h^s, t_h^b \right\} \right\rangle$ – кортеж, що описує інтервали часу $\left\{ t_h^s, t_h^b \right\}$, коли колія Q_h недоступна протягом періоду моделювання;

EQ^+ – об’єкти, що беруть участь в роботі вузла;

Q^- – колії, використання яких неможливо при моделюванні.

Далі виконується моделювання (Sim), технології роботи вузла з обробки вагонів, що плануються для надходження у вузол (CF_0) при визначеному початковому стані вузла (IS_0), за певної конфігурації обладнання та колій $(\mathrm{NC_i})$ і визначених параметрів моделювання SO:

$$\begin{aligned} T_i &= sim(SO, CF_o, IS_o, NC_i) = \\ &= \left\{ \left\langle U_l, \left\langle Op, \left\{ Eq_p \right\}, t_s, t_e \right\rangle_l^m \right\rangle, l = \overline{1, N_{car}}, m = \overline{1, N_{op}^l}, p \in EQ^+ \right\}, \end{aligned} \quad (3)$$

де U_l – вантажний вагон;

$\left\langle Op, \left\{ Eq_p \right\}, t_s, t_e \right\rangle_l^m$ – кортеж, що описує m-ту операцію над вагоном;

Op – операція, що виконується;

$\left\{ Eq_p \right\}$ – об’єкти, що задіяні в операції над вагоном;

t_s – момент початку виконання операції;

t_e – момент закінчення виконання операції;

U_{car} . – кількість вагонів, що оброблялося за період моделювання;

n_{op}^l – кількість операцій над l-м вагоном;

EQ^+ – об’єкти, що беруть участь в роботі вузла.

Наступним етапом є розрахунок параметрів визначеної технології, що визначаються набором параметр-значень (вагоно-години по вузлу, завантаженість окремих елементів вузла тощо).

За необхідності отримання додаткових варіантів технологій роботи проводиться зміна параметрів вузла та виконується повторне моделювання.

Вся модель являє собою сукупність агентів різних типів, які змінюють свій стан через фіксовані проміжки часу на основі правил поведінки та стану інших агентів. Виділяються наступні рівні імітаційної моделі (рис. 3):

до інфраструктурного рівня відносяться неінтелектуальні елементи, такі як рухомий склад, колії, межі об'єкта;

до сервісного рівня моделі: сортувальна гірка, під’їзна колія, вантажний район, маневрова витяжка, склад, засоби механізації, фронт навантаження або вивантаження та обслуговуючий персонал, що працює у вузлі. Деякі з цих агентів є інтелектуальними та можуть приймати певні рішення самостійно;

до керуючого рівня моделі належать агенти, що моделюють роботу чергового по станції, вузлового (поїзного) диспетчера,

маневрового диспетчера, керівництво станції. Всі ці агенти є інтелектуальними і адаптивними. Прийняття ними рішень моделюється зі значними спрощеннями.

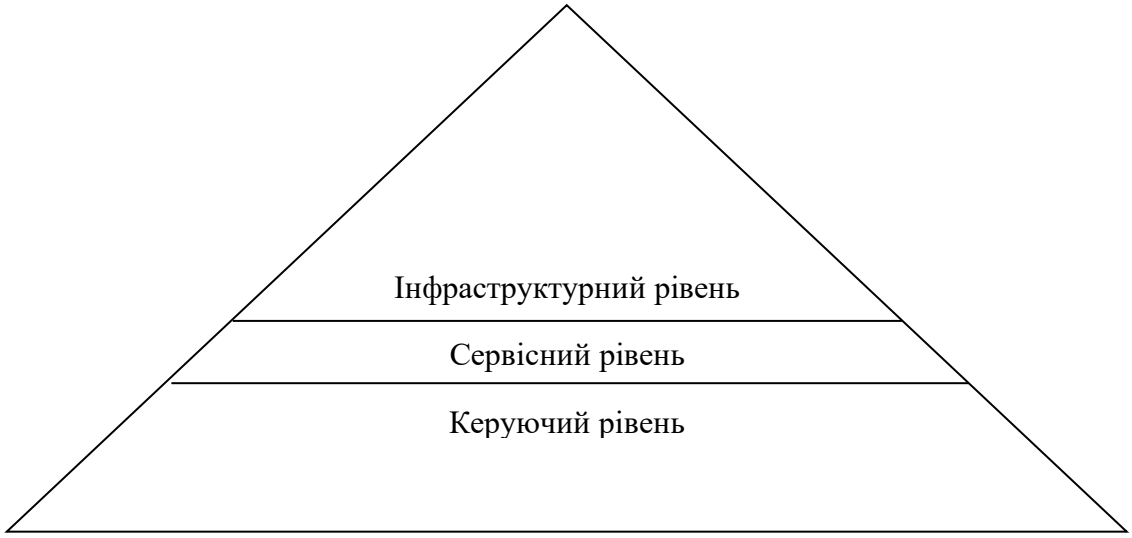


Рис. 3. Рівні імітаційної моделі залізничного вузла

Отримані дані моделювання надаються вузловому диспетчеру, який, використовуючи їх, зможе раціональніше, ефективніше спланувати роботу вузла.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Імітаційна модель з агентними принципами побудови на основі застосування логістичних підходів дозволить визначати оптимальну технологію роботи залізничного вузла. Надана інформація вузловому диспетчеру дає можливість відслідковувати поведінку і завантаженість кожного елемента керуючої системи та приймати рішення щодо його використання. Отримання результату моделювання провадиться через АРМ вузлового (поїзного) диспетчера та виконує роль системи підтримки прийняття рішень.

Список використаних джерел

1. Бутько, Т.В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів на основі логістичних методів [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, Т.В. Головко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2007. – № 3/6 (27). – С. 10-16.

2. Кулешов, В.М. Удосконалення технології сортувальної і вантажної роботи на станціях вузла в умовах розвитку інформатизації [Текст] / В.М. Кулешов, О.О. Сараєв, В.Є. Молотов // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2011.– Вип. 120. – С.28-34.

3. Носенко, М.П. Взаємодія залізниць із вантажовідправниками з метою безперебійної роботи залізничних станцій [Текст] / В.В. Кулешов, М.П. Носенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. - №4/3(34). – С.55-57.

4. Сычев, А.А. Вопросы оптимизации работы комплексного транспортного узла в составе транспортного коридора [Текст] / А.А. Сычев. – Ростов н/Д: Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион, 2007. – 28 с.

5. Долгополов, П.В. Удосконалення місцевої роботи залізничного вузла на основі поширених мереж Петрі [Текст] // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2004. – №1. – С.51–54.

6. Козаченко, Д.М. Проблеми концентрації роботи з місцевими вагонами залізничних вузлів на технічних станціях [Текст] / Д.М. Козаченко, Р.Г. Коробйова // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доп. 67 міжнар. наук.-практ. конф., 24-25 травня 2007 р. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2007. – С. 130-131.

7. Ломотько, Д.В. Системи підтримки прийняття рішень вузловим диспетчером при плануванні технології роботи залізничного вузла [Текст] / Д.В. Ломотько, Я. В. Запара, Є. В. Запара // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 12-21.

8. Колмогоров, А.Н. Теория информации и теория алгоритмов [Текст] / А. Н. Колмогоров. – М.: Наука, 1987. – 303 с.

9. Хакен, Г. Информация и самоорганизация [Текст]: пер. с англ. – М.: КомКнига, 2005. – 248 с.

10. Борщев, А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика [Текст] / А.В. Борщев // Exponenta Pro. – 2004. – № 3-4. – С. 38-47.

11. Иванов, Д.А. Модель динамического структурно-функционального синтеза гибких цепей поставок на основе ключевых компетенций [Текст] / Д.А. Иванов, Б.В. Соколов, А.В. Архипов, Й. Кэшель // Логистика и управление цепями поставок. – 2008. – № 2(25). – С. 15.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Огар

Запара Віктор Мефодійович, канд. техн. наук, професор, кафедра управління вантажною та комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.
E-mail: v.zapara@gmail.com.
Запара Ярослав Вікторович, канд. техн. наук, доцент, кафедра управління вантажною та комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.
E-mail: y.zapara@gmail.com.
Гергель Ілля Геннадійович, магістрант кафедри управління вантажною та комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. E-mail: gergelillya@gmail.com.

Zapara Viktor, Ph.D., professor of management of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-85. E-mail: v.zapara@gmail.com.
Zapara Yaroslav, Ph.D., lecturer of management of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-85. E-mail: y.zapara@gmail.com.
Gergel Illya, master student of the management of trucks and commercial work Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: gergelillya@gmail.com.

Стаття прийнята 02.09.2015р.

УДК 656.213

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ СТАНЦІЇ ПРИМИКАННЯ ТА ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ

Кандидати техн. наук І.В. Берестов, Г.В. Шаповал, магістр Н.В. Мерзлякова

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАНЦИИ ПРИМЫКАНИЯ И ПОДЪЕЗДНЫХ ПУТЕЙ

Кандидаты техн. наук И.В. Берестов, А.В. Шаповал, магистр Н.В. Мерзлякова

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE INTERACTION OF STATION OF CONTIGUITY AND SECONDARY RAILWAYS

Candidates of technical sciences I.V. Berestov, A.V. Shapoval, master N.V. Merzlyakova

У роботі проведено аналіз існуючих досліджень, присвячених підвищенню ефективності взаємодії станції примикання і під'їзних колій. Для графічного відображення взаємозв'язку між проблемою і причинами її виникнення запропоновано використовувати діаграму Ісікави. Причинами, які впливають на ефективність взаємодії, є безпека технологічних процесів, скорочення простою вагонів, збереження ресурсів, узгодженість у роботі, якість управління. Запропоновано розглядати

задачу підвищення ефективності взаємодії як багатокритеріальну, а для її рішення застосовувати метод згортання критеріїв.

***Ключові слова**: станція примикання, під'їзні колії, ефективність взаємодії, діаграма Ісікави, багатокритеріальна задача, метод згортання критеріїв.*

В работе проведен анализ существующих исследований, посвященных повышению эффективности взаимодействия станции примыкания и подъездных путей. Для графического отображения взаимосвязи между проблемой и причинами ее возникновения предложено использовать диаграмму Исикавы. Причинами, которые влияют на эффективность взаимодействия, являются безопасность технологических процессов, сокращение простоя вагонов, сохранение ресурсов, согласованность в работе, качество управления. Предложено рассматривать задачу повышения эффективности взаимодействия как многокритериальную, а для ее решения применять метод сворачивания критериев.

***Ключевые слова:** станция примыкания, подъездные пути, эффективность взаимодействия, диаграмма Исикавы, многокритериальная задача, метод сворачивания критериев.*

Raise of efficiency of interaction of stations of contiguity and secondary railways demands search of new solutions. In activity the analysis of existing mathematical models, the modern automated control systems of a manufacturing process, used schemes of interaction of stations of contiguity and secondary railways is carried out.

For graphical display of interrelation between problem and reasons of its origin it is offered to use the chart of Isikavy. She allows to map graphical cause and effect interrelation between problem and the reasons which influence it, simple and convenient in application.

The reasons which influence efficiency of interaction, security of manufacturing processes, wagon demurrage reduction, preserving of a resources, a coherence in activity, quality of control are. Each of the reasons on the chart of Isikavy is detailed on components depending on their importance for achievement of definitive result.

For raise of efficiency of interaction it is necessary to consider simultaneously a considerable quantity of factors. Therefore it is offered to consider a task of raise of efficiency of interaction as multicriteria. For its solution it is necessary to use a method of folding of criteria. He allows to form from several local criteria one with usage of weighting coefficients which consider importance of each separate criterion. The solution received as a result of optimisation of such criterion, it is possible to consider effective.

***Keywords**: contiguity station, secondary railways, efficiency of interaction, the chart of Isikavy, a multicriteria task, a method of folding of criteria.*

Вступ. Відповідно до вимог Транспортної стратегії України [1] одним з основних напрямків прискорення інтеграції вітчизняної транспортної системи до світових транспортних систем є прискорення доставки вантажів від вантажовідправника до вантажоодержувача.

У зв'язку з цим на перший план виходить необхідність удосконалення технології роботи взаємодії станцій примикання та під'їзних колій промислових підприємств. Саме на під'їзних коліях відбувається значна затримка вагонів під вантажними операціями, яка негативно впливає на оборот вантажних вагонів у цілому по залізниці та збільшує дефіцит вантажного рухомого складу.

Постановка проблеми. Існуюча в теперішній час система взаємодії багатьох під'їзних колій та станцій примикання демонструє свою неефективність. Однією з причин такого стану є невідповідність існуючої технології взаємодії та технічного оснащення станцій примикання та під'їзних колій ринковим умовам роботи: зміна форм власності підприємств, що є вантажовласниками; суттєве збільшення частки експортно-імпортних перевезень.

Одним з напрямків вирішення цього питання є удосконалення технології взаємодії станцій примикання та під'їзних колій з метою зменшення витрат на доставку вагонів, раціонального використання ресурсів транспорту, зменшення собівартості вантажних перевезень залізницями.

Аналіз попередніх досліджень. Проблема взаємодії промислових підприємств

залізничного транспорту (ППЗТ) та магістрального залізничного транспорту є важливою не лише для України, але й для інших країн СНД, саме тому цьому питанню завжди приділялася значна увага та присвячено наукові дослідження таких вчених і практиків: В.М. Акулінічев, Т.С. Банек, Т.В. Бутько, М.І. Данько, А.Т. Дерибас, В.М. Запара, А.М. Котенко, А.О. Ковальов, Д.В. Ломотько, В.Я. Негрей, В.М. Образцов, О.В. Лаврухін, В.І. Панкратов, М.В. Правдін, С.М. Резер, А.О. Смехов, Б.І. Шафіркін та ін.

Останнім часом залізничний транспорт зіткнувся з цілою низкою проблем, пов'язаних з адаптацією до роботи галузі в нових ринкових умовах. Практично всі промислові підприємства не виконують норми вантажних операцій, які встановлено технологічними процесами роботи під'їзних колій і станцій примикання.

З метою удосконалення технології взаємодії станцій примикання та під'їзних колій запропоновано використовувати сучасні математичні моделі [2, 3], концепції сучасних автоматизованих систем управління [4, 5], удосконалювати нормативно-правову базу [6].

В роботі [7] удосконалено метод визначення раціонального технічного рівня під'їзної колії при взаємодії зі станцією примикання на підставі використання моделі технології її функціонування. Обґрунтовано комплекс задач, що вирішуються на автоматизованому робочому місці оперативного персоналу станцій примикання та транспортних цехів промислових підприємств.

Для покращення взаємодії ППЗТ та магістральних станцій примикання запропоновано планетарну мережну модель з обслуговування промислових районів за участю підприємства промислового залізничного транспорту на основі ресурсозбереження [8]. Розроблена модель дає можливість значно скоротити порожні та навантажені пробіги вагонів та локомотивів, здійснювати доставку порожніх вагонів при забезпеченні клієнтів ППЗТ з мінімальними витратами часу та засобів, знизити час обігу вагонів, збільшити їх продуктивність, скоротити робочий парк вагонів та знизити собівартість вантажних перевезень.

Для визначення раціонального варіанта технічного оснащення вантажного фронту удосконалено методику розрахунків оптимальних параметрів роботи складів вантажного району. Запропонована методика враховує кількість автомобілів, що належать станції примикання, амортизаційні витрати та витрати на ремонт автомобілів, з урахуванням коефіцієнта ефективності капітальних вкладень [9].

В роботі [10] запропоновано використовувати інформаційно-керуючу систему (ІКС) з використанням GPS-технологій. Встановлено, що її впровадження дозволить удосконалити роботу оперативного диспетчерського персоналу, скоротити простій вагонів на промисловому підприємстві та витрати палива.

Для формування логістичних технологій формалізовано процес взаємодії залізничної станції з під'їзною колією та розроблено математичну модель на основі узагальненого графа перетворення вагонопотоків. Вона дозволяє відтворити процес оптимального управління в системі «Залізнична станція – під'їзна колія» на логістичних засадах та є основою для формування автоматизованої технології в перевізному процесі [11].

Визначення мети та задачі дослідження. З урахуванням зазначеного необхідно продовжувати пошук нових шляхів удосконалення технології взаємодії станцій примикання та під'їзних колій з метою досягнення кращих результатів та підвищення якісних показників роботи.

Основна частина дослідження. Для підвищення ефективності взаємодії під'їзних колій та станції примикання необхідно застосовувати нові підходи до планування та оцінки якості їх роботи.

Ефективність взаємодії станції примикання та під'їзних колій полягає у зменшенні експлуатаційних витрат за рахунок зниження простою вагонів у місцях незагального користування.

Для візуалізації процесу підвищення ефективності взаємодії станції примикання та під'їзних колій доцільно використовувати діаграму Ісікави, яка є причинно-наслідковою діаграмою. Вона графічно відображає взаємозв'язки між вирішуваною проблемою та причинами, що впливають на її виникнення [12].

При побудові діаграми Ісікави причини проблеми розподіляються за ключовими категоріями. До таких категорій для процесу взаємодії станції примикання та під'їзних колій доцільно віднести: безпеку, зменшення

простою вагона, ресурсозбереження, керованість, узгодженість роботи.

Побудова діаграми виконується таким чином:

- визначається існуюча проблема, яка потребує вирішення. Вона розташовується у прямокутнику з правого боку аркуша паперу;
- з лівого боку розташовуються ключові категорії причин (у прямокутниках), що мають вплив на досліджувану проблему;
- від назв кожної з категорій причин до центральної лінії проводяться похилі лінії;
- кожну з категорій деталізують та вказують на діаграмі у вигляді „гілок”.

Побудовану діаграму Ісікави для дослідження процесу підвищення ефективності взаємодії станції примикання та під’їзних колій наведено на рисунку.

Рис. Показники ефективності взаємодії станції примикання і під’їзних колій

Факторами, що впливають на підвищення ефективності взаємодії станції примикання і під’їзних колій є:

- безпека: безпека руху та роботи, охорона праці, надійність технічних засобів;
- зменшення простою вагона: забезпечення тяговим рухомим складом, зменшення часу технологічних операцій, трудові ресурси, удосконалення системи управління;
- ресурсозбереження: раціоналізація потреб у витратах, зниження витрат;
- керованість: автоматизація та механізація технологічних процесів, відеоспостереження, зниження суб’єктивного фактора;
- узгодженість роботи: відсутність вузьких місць, рівномірність роботи системи, безперешкодний пропуск вагонів.

Відповідно до наведеної діаграми Ісікави для підвищення ефективності взаємодії станції примикання та під’їзних колій необхідно проводити оптимізацію за багатьма критеріями, тому маємо багатокритеріальну задачу, яка формально задається моделлю у вигляді

$$\begin{cases} F(x) \to \max, \\ x \in D \end{cases} \qquad (1)$$

де D - множина припустимих рішень;

$F(x)$ - векторна функція аргументу X (покращення взаємодії), яка може бути подана у вигляді

$$F(x) = \{f_1(x),\ f_2(x)...f_k(x)\}, \qquad (2)$$

де $f_1(x),\ f_2(x)...f_k(x)$ - скалярні функції векторного аргументу X, кожна з яких є математичним виразом одного критерію оптимальності: безпека, зменшення простою вагона, ресурсозбереження, керованість, узгодженість роботи.

Таким чином, маємо задачу векторної оптимізації у вигляді

$$\begin{pmatrix} f_1(x) \\ f_2(x) \\ ... \\ f_k(x) \end{pmatrix} \to \max, \qquad (3)$$

де $x \in D$.

Для подальшого розв'язання багатокритеріальної задачі підвищення ефективності взаємодії станції примикання та під'їзних колій може бути застосовано метод згортання критеріїв, при якому з декількох локальних критеріїв формується один [13].

Нехай задано вектор вагових критеріїв $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, ... \alpha_k)$, що характеризують важливість відповідного критерію $\sum_{k=1}^{K} \alpha_k = 1$, $\alpha \geq 0$, $k = \overline{1, K}$. Лінійна функція в такому випадку буде являти суму критеріїв, які помножені на відповідні вагові коефіцієнти. Тоді багатокритеріальна задача зводиться до однокритеріальної задачі

$$F' = \sum_{k=1}^{K} \alpha_k f_k(x) \to \max, \qquad (4)$$

$$\sum_{k=1}^{K} \alpha_k = 1,\ \alpha \geq 0,\ k = \overline{1, K},$$

$$x \in D.$$

Рішення, що буде отримано в результаті оптимізації такого критерію, можна буде вважати ефективним.

Висновки. Підвищення ефективності взаємодії станції примикання та під'їзних колій є актуальною задачею, яка потребує подальшого пошуку ефективних рішень.

Застосування для наочного відображення діаграми Ісікави дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки між окремими факторами процесу, що впливають на остаточний результат.

Формалізація задачі підвищення ефективності взаємодії як багатокритеріальної задачі дозволяє врахувати окремі фактори, а застосування для її вирішення методу згортання критеріїв дає можливість отримати результат, який буде враховувати вагу кожного окремого фактора у досягненні загальної мети.

Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http:ten-t.org.ua/transport_strategy_of_ukraine.

2. Бутько, Т.В. Формування логістичної моделі обслуговування масових вантажів залізничним транспортом незагального користування (Частина 1) [Текст] / Т.В. Бутько Д.В. Ломотько, Є.В. Сушарін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 1. – С. 55-59.

3. Бутько, Т.В. Удосконалення взаємодії підсистем у системах транспортно-логістичного обслуговування масових вантажів залізничним транспортом [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, Є.В. Сушарін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 3. – С. 24-29.

4. Бутько, Т.В. Формування логістичних технологій на базі інформаційно-керуючої системи підприємствами промислового залізничного транспорту [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, В.І. Панкратов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 1. – С. 44-48.

5. Ломотько, Д.В. Удосконалення переробки масових вантажів залізничним транспортом в умовах створення інформаційно-керуючої системи [Текст] / Д.В. Ломотько, О.Є. Кльосов, С.Г. Корнійчук // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ. 2011. – Вип. 120. – С. 119-125.

6. Полякова, О.М. Основні аспекти взаємодії промислового і магістрального залізничного транспорту України [Текст] / О.М. Полякова // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2009. – № 25. – С. 75-77.

7. Ковальов, А.О. Удосконалення технології роботи під'їзних колій незагального користування і вантажних станцій магістрального транспорту [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / А.О. Ковальов; [Укр. держ. акад. залізн. трансп.]. – Харків, 2006. – 20 с.

8. Чеклов, В.Ф. Створення комплексу моделей з обслуговування великих промислових районів за участю підприємства промислового залізничного транспорту на основі ресурсозбереження [Текст] / В.Ф. Чеклов, О.О. Аніщенко, А.М. Масалов // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 2. – С. 54-59.

9. Ломотько, Д.В. Удосконалення підходів до оптимізації режимів роботи вантажних фронтів в умовах завезення-вивозу вантажів [Текст] / Д.В. Ломотько, Д.О. Голоколосов // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – 2010. – Вип. 23. – С. 78-83.

10. Лаврухін, О.В. Удосконалення технології роботи під'їзної колії на основі впровадження інформаційно-керуючих технологій [Текст] / О.В. Лаврухін, Г.Г. Рожнова // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 83-89.

11. Бутько, Т.В. Формалізація технології роботи залізничної станції з під'їзною колією на основі методів логістики [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Ляшко // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 63-69.

12. Исикава, К. Японские методы управления качеством [Текст] / К. Исикава; сокр. пер. с англ. / под. ред. А.В. Гличева. – М. : Экономика, 1988. – 214 с.

13. Штойер, Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления, приложения [Текст] / Р. Штойер. – М.: Наука, 1982. – 258 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Берестов Ігор В'ячеславович, кандидат технічних наук, професор кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.
Шаповал Ганна Василівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26.
Мерзлякова Наталія Володимирівна, магістр, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26.

Berestov Igor, candidate of technical sciences, professor at the department of railway stations and junctions, Ukrainian state University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.
Shapoval Ganna, candidate of technical sciences, associate professor at the department of railway stations and junctions, Ukrainian state University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-26.
Merzlyakova Nataliya, master, Ukrainian state University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-26.

Стаття прийнята 30.06.2015 р.

УДК 656.212:656.225

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ОПЕРАТОРІВ ПАРКУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ РІЗНИХ ФОРМ ВЛАСНОСТІ

Канд. техн. наук В.В. Кулешов, магістри Р.Е. Даниленко, А.С. Лупир

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРОВ ПАРКА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ РАЗНОЙ ФОРМЫ СОБСТВЕННОСТИ

Канд. техн. наук В.В. Кулешов, магистры Р.Э. Даниленко, А.С. Лупырь

IMPROVED TECHNOLOGY WORK TRAIN OPERATORS FREIGHT WAGONS OF DIFFERENT OWNERSHIP FORMS

Cand. of techn. sciences V. Kuleshov, masters R. Danilenko, A. Lupyr

Наведено аналіз кількості, структури інвентарного та власного парків вагонів в Україні. Виконано аналіз частки операторів перевезень на ринку перевезень залізниць України, власного парку вантажних вагонів в управлінні Державного підприємства «Український транспортно-логістичний центр» та вагонів в управлінні операторских компаній.

Складність транспортного ринку операторів перевезень можливо описати моделлю транспортного ринку операторів перевезень «Fitness Landscape». Зусилля, що приймаються операторами перевезень та структурними підрозділами залізниць, носять нелінійний характер. Перевага взаємозалежних систем полягає в тому, що виникає можливість одержання економічного ефекту завдяки економіці зростаючої віддачі.

***Ключові слова**: залізниця, модель, оператор перевезень, парк вагонів, транспортний ринок.*

Приведен анализ количества, структуры инвентарного и собственного парков вагонов в Украине. Выполнен анализ доли операторов перевозок на рынке перевозок железных дорог Украины, собственного парка грузовых вагонов в управлении Государственного предприятия «Украинский транспортно-логистичекий центр» и вагонов в управлении операторских компаний.

Сложность транспортного рынка операторов перевозок возможно описать моделью транспортного рынка операторов перевозок «Fitness Landscape». Усилия, которые прилагаются операторами перевозок и структурными подразделениями железных дорог, носят нелинейный характер. Преимущество взаимозависимых систем заключается в том, что возникает возможность получения экономического эффекта благодаря экономике возрастающей отдачи.

***Ключевые слова:** железная дорога, модель, оператор перевозок, парк вагонов, транспортный рынок.*

An analysis of the number, structure, inventory and own fleet of cars in Ukraine. The analysis of the share of transport operators in the transport market of railways of Ukraine, its own fleet of freight cars in the management of the State Enterprise "Ukrainian freight logisticheky center" and wagons in the management of operating companies.

The complexity of the transport market transport operators is possible to describe a model transport market transport operators «Fitness Landscape». The character of oscillations required car fleet transport operators on the total size and structure can be justified using stochastic methods. Random events that can be held or not held in the calculations, there is a traffic volume transport operators that have the optimal value of the park own cars to allow the volume of transported goods. Consequences of the efforts being made by operators of transportation and structural divisions of the railways, are not linear. The advantage of interdependent systems is that there is the possibility of obtaining economic effect due to the economy of increasing returns.

***Keywords:** car fleet, the transport market, model, railway, transport operators.*

Вступ. У цей час залізничний транспорт Європейського союзу (ЄС) має частку близько 16 % ринку внутрішніх вантажних перевезень. На автомобільні перевезення припадає більше 70 % усіх вантажних тонно-кілометрів [1]. Стратегія росту ЄС до 2020 року, Біла книга транспорту – політичні ініціативи, націлені на задоволення попиту в умовах підвищення мобільності парків, збереження та залучення нових обсягів перевезень, забезпечення безпеки елементів транспортної інфраструктури, необхідності переходу на «зелені» види транспорту (з автомобільного транспорту на залізничний).

Для залізничного сектора завдання вдосконалення організаційно-технологічної моделі керування парком вантажних вагонів різної форми власності з урахуванням пріоритетного обслуговування відправників вантажу, вантажоодержувачів є актуальним.

Прогнозоване до 2050 року збільшення обсягів перевезень Європейської залізничної транспортної системи на 80 % може бути досягнуте при вдосконаленні й розробленні нових організаційно-технологічних бізнес-моделей керування парком вантажних вагонів різної форми власності з урахуванням пріоритетного обслуговування користувачів залізничних послуг.

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Завдання першого й другого етапів виконання Державної цільової програми реформування залізничного транспорту України на 2010-2019 роки [1, 2] – розмежування функцій державного та господарського управління на залізничному транспорті передбачають формування вертикально інтегрованої системи господарського управління залізничним транспортом України.

Такі ж процеси вже відбулися в деяких залізничних адміністраціях (ЗА) держав СНД [3]. Одна з основних цілей перетворення – подальший розвиток ринку ремонту вантажних вагонів за рахунок збільшення рівня конкуренції і якості надаваних послуг. Створення дочірніх товариств ВАТ «РЖД» у сфері ремонту вантажних вагонів дає змогу забезпечити довгострокові потреби залізничного транспорту в планових видах ремонту вантажних вагонів, підвищити економічну ефективність комплексу. Однак потребують свого вирішення питання взаємодії ЗА з відправниками вантажу, вантажоодержувачами в частині використання рухомого складу різних перевізників.

Пріоритетним напрямком технічного реформування залізничного транспорту є удосконалення технологій, систем взаємодії із користувачами залізничних послуг – відправниками вантажу, операторами рухомого складу, експедиторами, і застосування нових інструментів керування доставкою вантажу. Причини вдосконалення організаційно-технологічної моделі використання вантажних вагонів різної форми власності на залізницях обумовлені тим, що на інфраструктурному просторі відбувається взаємодія великої кількості учасників ринку: залізниць, операторів перевезень, власників рухомого складу, вагоноремонтних підприємств, інфраструктури, координація всіх учасників перевізного процесу на базі однакових вимог з організації руху.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вказаному нормативному та організаційних документах [1, 2] при організації перевезень докладно не враховані питання удосконалення єдиної технології процесу перевезень операторських компаній – власників рухомого складу (ОК). У роботах [3, 4] запропоновані моделі взаємодії інфраструктури та ОК не враховують питання розроблення єдиного технологічного процесу ЗА та ОК. У роботах [5-8] хоча і були розглянуті сучасні підходи організаційно-технологічної моделі керування парком вантажних вагонів різної форми власності, але потребують розв'язання питання удосконалення технології роботи операторів рухомого складу парку вантажних вагонів різної форми власності на сортувальних станціях та вузлах залізниць України.

Визначення мети та задачі дослідження. Мета та задачі дослідження – удосконалення технології роботи операторів рухомого складу парку вантажних вагонів різної форми власності на сортувальних станціях та вузлах залізниць України.

Основна частина дослідження. В Україні транспортний ринок операторів перевезень розвивається. Станом на 30.03.2015 року інвентарний парк вантажних вагонів України – 36,2 тис. ваг або 20,2 % від загального парку 179,1 тис. ваг. Власний парк вантажних вагонів – 142,9 тис. ваг і становить 79,8 % від

загального парку. У тому числі парк власних вагонів від загального становить: піввагонів – 93,7 %, критих – 93,0 %, інших – 67,2 %, цистерн – 65,6 %, рефрижераторних – 55,5 %, платформ – 15,6 %. Аналіз кількості і структури інвентарного та власного парків вагонів в Україні станом на 30.03.2015 року наведений на рис. 1.

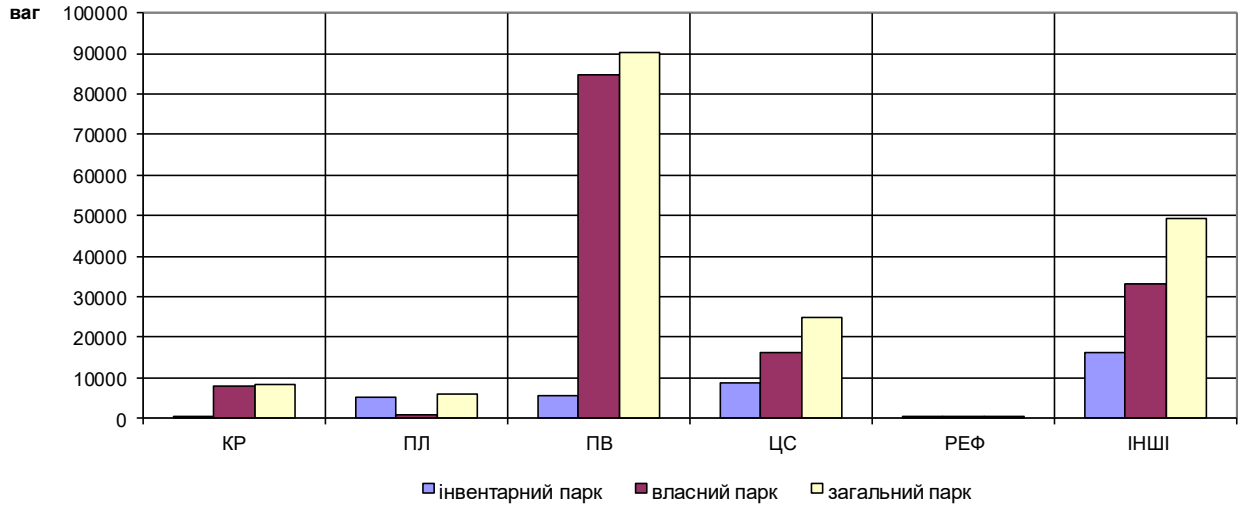


Рис. 1. Аналіз кількості і структури інвентарного та власного парків вагонів в Україні станом на 30.03.2015 р.

У вагонах, якими оперує структурний підрозділ Укрзалізниці – Державне підприємство «Український транспортно-логістичний центр» (УТЛЦ), у 2013 році було перевезено 141 млн т вантажів, що на 0,16 % більше, ніж у 2012 році. За станом на 01.04.2014 р. УТЛЦ оперував 58,1 тис. ваг державних вагонних компаній Укрзалізниці, у т. ч.: ДП «Дарницький вагоноремонтний завод» (ДВРЗ) – 40,5 %, ДП «Український державний центр по експлуатації спеціалізованих вагонів» «Укрспецвагон» (УСВ) – 36,9 %, ДП «Український державний центр залізничних рефрижераторних перевезень «Укррефтранс» (УРТ) – 15,6 %, ДП «Стрийський вагоноремонтний завод» (СВРЗ) – 6,4 %, ДП «Український державний центр транспортного сервісу Ліски» (Ліски) – 0,5 %. Для оптимізації перевізного процесу УТЛЦ здійснює експедирування перевезень вантажів у вагонах приватних власників у межах України.

Аналіз власного парку вантажних вагонів в управлінні УТЛЦ з розподілом за родом рухомого складу станом на 30.03.2015 р. наведений на рис. 2.

Парк власних вагонів ОК 41,7 тис. ваг, у т. ч.: ТОВ «Лемтранс» – 49,3 %, ТОВ «Металургтранс» – 12,2 %, ДП «Трансгарант-Україна» – 9,5 %, ПАТ «Укренерготранс» – 8,7%, ДП «Укрспецвагон» – 6,8 %, ТОВ «ЄвразТрансУкраїна» – 4,5 %, ТОВ «ЕКС ІМ ТРАНС» – 2,7 %, ТОВ «Металургійна транспортна компанія» – 2,3 %, ТОВ «Центротранс» – 1,3 %, ТОВ «Українська нова перевізна компанія» – 0,6 %, ТОВ «ТРАНС ЕНЕРДЖИ» - 0,6 %, ТОВ «Укрметалургтранс» – 0,6 %, ТОВ «Інтерлізінвест» – 0,4 %, ТОВ «Днепркартранс» – 0,3 %, ТОВ «ТК-ЛОГІСТИК» - 0,2 %, ТОВ «ТЕК «Енерготранс» – 0,1 %. Аналіз стану парку вагонів в управлінні операторських компаній в Україні з розподілом за родом рухомого складу станом на 30.03.2015 р. наведений на рис. 3.

Організаційно-технологічну модель управління парком вантажних вагонів різної форми власності на залізницях України при взаємодії ЗА та ОК в умовах Єдиної системи управління парком вантажних вагонів (ЄСУ ПВВ) доцільно сформувати на основі моделі стохастичного програмування, що порівняно з існуючою дасть змогу визначити парк власних

вагонів для забезпечення прогнозованого обсягу перевезень вантажів з урахуванням нормативного обороту власного вагона, статичного навантаження, коефіцієнта нерівномірності перевезень, а також коефіцієнта витрат на технічне обслуговування та перевезення [5, 6].

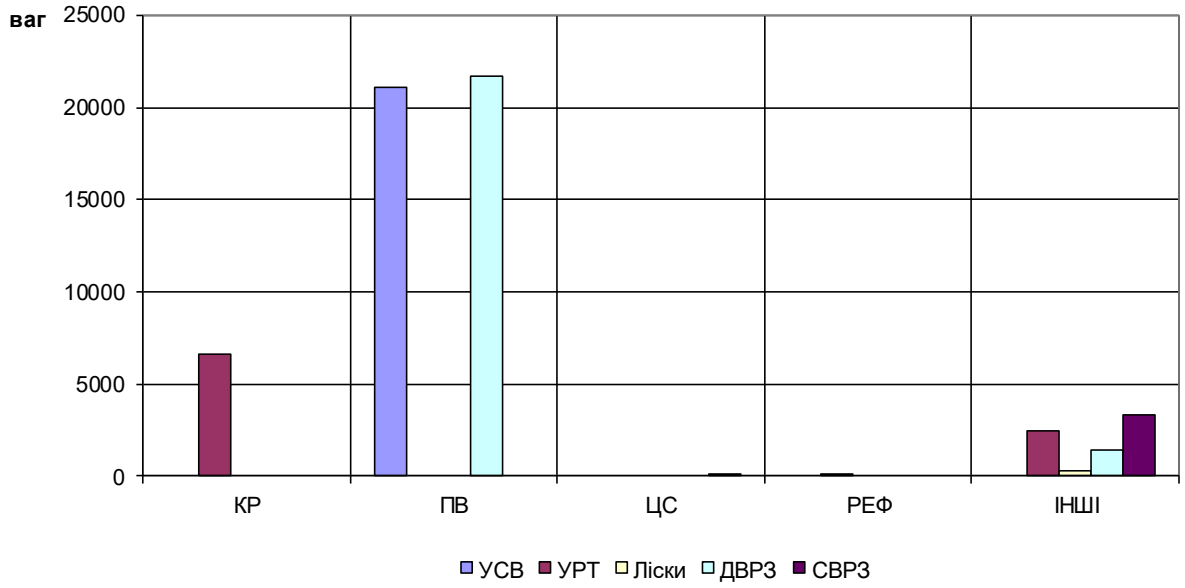


Рис. 2. Аналіз власного парку вантажних вагонів в управлінні УТЛЦ з розподілом за родом рухомого складу станом на 30.03.2015 р.

Характер коливань необхідного парку вагонів ОК за загальною величиною і структурою може бути обґрунтований з використанням стохастичних методів [10]. Випадковою подією, що може відбутися або не відбутися при проведенні розрахунків, є обсяг перевезень ОК, які мають оптимальну величину парку власних вагонів для забезпечення можливого обсягу перевезень вантажів.

Вихідним моментом аналізу економіко-технологічних систем є відмова від моделі, у якій використовується гігантський механізм. У рамках традиційної моделі, якщо потрібні більш високі економічні показники, то необхідно побудувати могутнішу модель. Таким чином, логіка економічного росту приводить до нарощування обсягу системи. Якщо ресурси і технічні можливості допускають, то завдання економічного росту є вирішеним. Звідси основний акцент на ресурси і нові технології. Тонким місцем традиційної моделі є те, що гігантська модель росту повинна працювати на транспортній мережі, що уже не можна стримати механічними прийомами.

Складність транспортного ринку операторів перевезень можливо описати моделлю транспортного ринку операторів перевезень «Fitness Landscape» (див. рис. 4), запропонована Стюартом Кауффманом [9]. Через те, що ландшафт навколо стрімко змінюється, то спроби збільшення обсягів вантажних перевезень можуть не привести до успіху не через невдачі, а тому, що в якийсь момент з незалежних причин може не бути вагонного парку.

З іншого боку, мережа взаємозв'язків може підсилювати не тільки ризики, але і можливості росту. У мережевому середовищі не завжди діє фундаментальний закон класичної економічної теорії – закон зменшуваної віддачі. Продукція або технологія, потрапивши в мережу, може одержати підтримку не стільки завдяки своїм конкурентним перевагам, а завдяки тим зв'язкам, які створили їй можливості просування на транспортному ринку. У цьому випадку виникає ефект зростаючої віддачі, про який не могло бути і мови в умовах конкуренції.

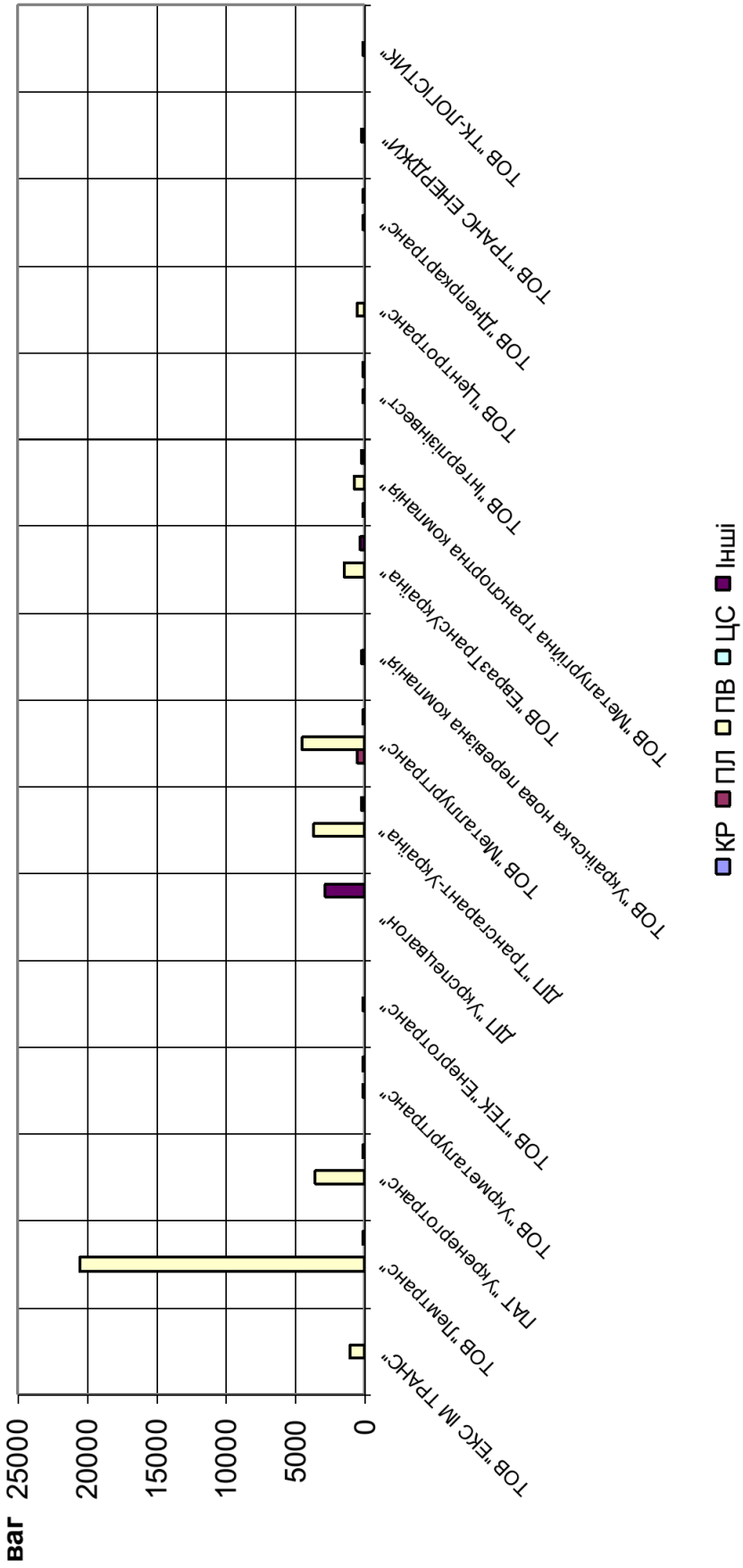


Рис. 3. Аналіз стану парку вагонів в управлінні операторських компаній в Україні з розподілом за родом рухомого складу станом на 30.03.2015 р.

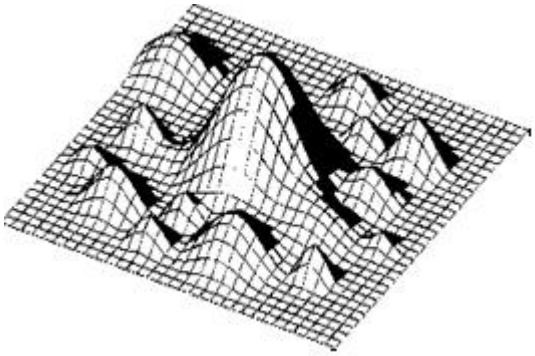


Рис. 4. Модель транспортного ринку операторів перевезень «Fitness Landscape»

Приєднання кожного нового учасника до існуючих мереж відбувається не випадково, тобто в рамках моделі random attachment (випадкового приєднання), а деяким своєрідним шляхом, описуваним за допомогою моделі preferential attachment (кращого приєднання). Суть останньої моделі полягає в тому, що різні вузли мають різне число зв'язків, і новий вузол з більшою ймовірністю приєднується до найбільш розгалуженого вузла (hub), тому що ймовірність зустрітися з ним на транспортному ринку набагато вища, ніж в одинаків. Динаміка розвитку мереж описується принципом, що більш успішні співтовариства розгалужуються і ще більше консолідують свої зусилля (див. рис. 5).

Рис. 5. Процес формування транспортних мереж

Виходячи із теорії Колмогорова-Арнольда-Мозера (КАМ-теорії) нелінійний резонанс показує, що навіть невеликі збурювання можуть досить істотно вплинути на динаміку інтегрувальної гамільтонової системи [11]. Розглянемо незбурену повністю інтегрувальну систему з гамільтоніаном $H = H_0(J)$. У змінних динаміка описується рівняннями:

$$\alpha_i = \frac{\partial H}{\partial J_i}, \qquad \dot{J}_i = 0, \quad i = 1, 2, ..., n. \tag{1}$$

Фазовий простір такої системи 2*n*-розмірний і являє собою сукупність *n*-розмірних інваріантних торів.

Умови застосовуваності КАМ-теорії такі:

1) незбурений гамільтоніан повинен задовольняти умови невироджуваності

$$\det\left|\frac{\partial \omega_i}{\partial J_k}\right| = \det\left|\frac{\partial^2 H_0}{\partial J_i \partial J_k}\right| \neq 0, \quad i = 1, 2, ..., n. \tag{2}$$

Це означає, що частоти незбуреної системи функціонально незалежні;

2) збурювання повинне бути гладким, тобто гамільтоніан H_1 має достатню кількість похідних;

3) система повинна перебувати поза резонансом, тобто

$$\left|\sum_j k_j \omega_j\right| > c\left|k\right|^{-r}, \quad k = \left(k_1, k_2, ..., k_n\right), \tag{3}$$

де r залежить від степенів свободи *n,* а постійна c визначається величиною збурювання $\in H_1$ і параметром нелінійності γ.

Мережа, що самоорганізується, має характеристики, відмінні від характеристик звичних систем. У першу чергу мова йде про те, що статистичні характеристики мережі підпорядковуються не загальному закону нормального розподілу парку вантажних вагонів, а закону «power law» (рис. 6).

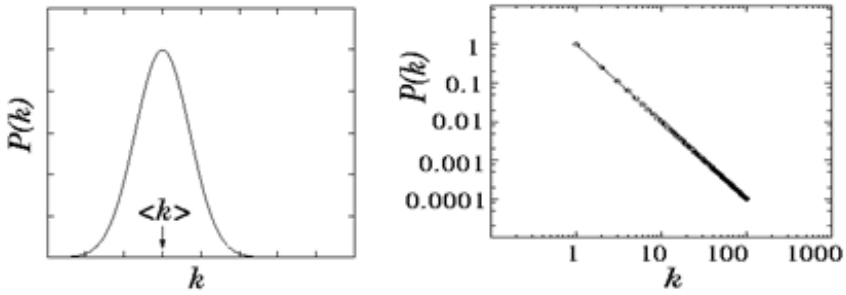


Рис. 6. Нормальний закон розподілу та «power law» парку вантажних вагонів різних власників

Якісна відмінність цих законів полягає в тому, що ймовірність більших відхилень виявляється значно вище. Інакше кажучи, на частку невеликої кількості вузлів припадає гнітюче число зв’язків. Крім того, боротьба за зв'язки не є антагоністичною і вузли з більшою кількістю зв’язків (hubs) можуть мирно співіснувати з менш розгалуженими вузлами. Така система є надзвичайно життєздатною. До 80 % вузлів дає змогу системі вижити за умови збереження невеликої кількості hubs. У той же час у таких систем є своєї недоліки: віруси, хвороби, економічний крах, що стрімко вражають всю транспортну мережу, якщо порушені її найбільш розгалужені вузли.

Таким чином, необхідне розуміння того, що наслідки зусиль, які уживаються операторами перевезень та структурними підрозділами залізниць, носять нелінійний характер. Перевага взаємозалежних систем полягає в тому, що виникає можливість одержання небачених винагород завдяки економіці зростаючої віддачі, і в той же час у ситуації, коли все з усім зв’язано прямим або непрямим чином, зміни в одній частині системи, пройшовши через павутину зв’язків, можуть заподіяти несподівану і серйозну втрату системі, хоч економічний механізм працює бездоганно. Природа транспортних мереж – це складне сплетення ризиків і можливостей. Вони підсилюють ризик, але й підвищують гнучкість, збільшують можливості технічних інновацій, знижують рівень складності для окремих учасників.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Кількість парку вагонів, що належать ЗА або ОК, для забезпечення прогнозованих обсягів перевезень вантажів, крім перерахованих вище чинників, тобто: середньомісячного обсягу перевезень; нормативного обороту вантажного вагона в умовах ЄСУ ПВВ; середнього статичного навантаження вагонів; додаткових витрат часу на підготовку, технічне обслуговування, ремонт вагонів – має враховувати додаткові витрати часу через недотримання сторонами договірних зобов’язань, які приводять до збільшення нормативних (технологічних) строків доставки вантажів і обороту вагонів.

Співвідношення нормативних обсягів парку вантажних вагонів і оптимальних потреб користувачів послуг залізничного транспорту повинні сприяти забезпеченню взаємовигідної економії при взаємодії ЗА, користувачів залізничних послуг, підприємств-власників вагонного парку та ОК шляхом створення моделі транспортного ринку операторів перевезень «Fitness Landscape».

Необхідно проводити моніторинг обсягів перевезень маршрутного і повагонного способів перевезень вантажів кожного фрахтового року й кількості парку вантажних вагонів для ЗА і для кожної ОК.

Збільшення рівня ефективності використання та обороту вантажних вагонів парку різних власників за рахунок скорочення непродуктивних простоїв дає додатковий ресурс для збільшення обсягів вантажоперевезень ЗА, ОК.

Список використаних джерел

1. ERRAC work package 02: Encouraging modal shift (long distance) and decongesting transport corridors. Freight Roadmap. July 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www/URL: http://www.errac.org/wp-content/uploads/2013/07/14.-ERRAC-Freight-roadmap-2012-final.pdf. – Загол. з екрана.

2. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [Електронний ресурс]: затв. постановою Кабінету міністрів України №1390 від 16 грудня 2009 р. в редакції постанови КМУ №1106 від 26.10.2011 р., №1146 від 09.11.2011 р. – Режим доступу: www/URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1390-2009-%D0%BF/page. – Загол. з екрана.

3. Управление парками вагонов стран СНГ и Балтии на железных дорогах России [Текст]: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В.И. Ковалев, С.Ю. Елисеев, А.Т. Осминин [и др.]; под ред. В.И. Ковалева, С.Ю. Елисеева, Е.Ю. Мокейчева. – М.: Маршрут, 2006. – 245 с.

4. Иловайский, Н.Д. Сервис на транспорте (железнодорожном) [Текст] / Н.Д. Иловайский. – М.: Транспорт, 2003. – 218 с.

5. Данько, М.І. Визначення парку вагонів операторських компаній для забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом [Текст] / М.І. Данько, В.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 57. – С. 121-128.

6. Данько, Н.И. Разработка организационно-технологической модели управления парком грузовых вагонов разной формы собственности [Текст] / Н.И. Данько, Д.В. Ломотько, В.В. Кулешов // Инновационный транспорт. Научно-публицистическое издание. – 2012. – №4(5). – С. 8-13.

7. Кулешов, В.В. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами різних форм власності з метою оптимізації пропускної спроможності залізничних транспортних систем [Текст] / В.В. Кулешов // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізничн. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 83-90.

8. Бодюл, В.И. Система управления перевозками грузов для операторов железнодорожного подвижного состава [Текст] / В.И. Бодюл, А.Н. Феофилов // Наука и техника транспорта. – 2012. – Вып. 1. – С. 57-62.

9. Kauffman S. (1993), Origins of Order: Self-Organisation and Selection in Evolution [Text] // Oxford: Oxford University Press.

10. Шикин, Е.В. Математические методы и модели в управлении [Текст] / Е.В. Шикин, А.Г. Чхартишвили. – М.: Дело, 2004. – 437 с.

11. Лоскутов, А.Ю. Основы теории сложных систем [Текст] / А.Ю. Лоскутов, А.С. Михайлов. – М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. – 620 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Кулешов Валерій Вячеславович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра залізничних станций та вузлів. Даниленко Руслан Едуардович, Лупир Альона Сергіївна, магістри, случачі групи 13-VI-УППм. Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: kharkov-kuleshov@yandex.ua.

Kuleshov Valery Vyacheslavovich, Candidate of technical sciences, associate professor. The Department of railway stations and units.
Danilenko Ruslan Eduardovich, Lupyr Aliena Sergiivna. Masters Students group 13-VI-UPPm. Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: kharkov-kuleshov@yandex.ua.

Стаття прийнята 7.07.2015 р.

УДК 656.2

ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПРОПУСКНОЮ СПРОМОЖНІСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Канд. техн. наук А.В. Прохорченко

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ

Канд. техн. наук А.В. Прохорченко

BACKGROUND DEVELOP NEW METHODS OF MANAGEMENT OF RAILWAY INFRASTRUCTURE THROUGHPUT IN RESTRUCTURING RAILWAY UKRAINE

Cand. of techn. sciences A. Prokhorchenko

Стаття присвячена аналізу ефективності реформування залізниць загального користування за моделлю функціонування ринку залізничних перевезень на основі розділення функцій управління інфраструктурою та здійснення експлуатаційної діяльності. Обґрунтовано необхідність розроблення нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України.

***Ключові слова*:** *управління, залізнична інфраструктура, пропускна спроможність, реформування.*

Статья посвящена анализу эффективности реформирования железных дорог общего пользования по модели функционирования рынка железнодорожных перевозок на основе разделения функций управления инфраструктурой и осуществления эксплуатационной деятельности. Обоснована необходимость разработки новых методов управления пропускной способностью железнодорожной инфраструктуры в условиях реформирования железнодорожного транспорта Украины.

Ключевые слова: *управление, железнодорожная инфраструктура, пропускная способность, реформирование.*

The work is devoted to analysis of efficiency railways reform model for public rail transport market functioning on the basis of separation of infrastructure management and implementation of operational activities. An analysis of appearance market rail transportation, which is based on the sale of railway infrastructure capacity. To analyze the effectiveness of the existence of the market of access to railway infrastructure analyzed the functioning of railways in countries such as Germany and Poland. Attention is paid to the analysis of the efficiency of the largest operators managing the railway infrastructure, such as DB Netz and PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Established in Germany and Poland for the general financial performance major companies that manage infrastructure are unprofitable but major losses are covered by government subsidies, which allows infrastructure managers to generate income and attract additional investment in infrastructure. It is proved that the process of allocation of railway infrastructure capacity becomes important, because the efficiency and speed of access to harmonize the rail network of a large number of competing companies depend on the financial results of all participants of the rail system. The necessity to develop new methods of management of railway infrastructure capacity in terms of reforming the railway transport of Ukraine.

Keywords: *management, railway infrastructure, capacity, reform.*

Вступ. В умовах економічної глобалізації для залізничної галузі кожної країни світу, зокрема України, головною умовою комерційної успішності є необхідність

відповідати сформованим вимогам якості транспортної послуги у глобальних торговельних мережах і виробничо-збутових системах [1]. На даний час світовий ринок торгівлі зростає все більше, формуючи нові мережі ланцюгів постачання від виробників до споживачів через використання всіх видів транспорту. Причому майже 80 % перевезень вантажів здійснюється морським транспортом [2]. В умовах інтеграційних процесів у сфері вантажних перевезень швидко розвивається транспортно-логістичний ринок, у якому величина тарифу на перевезення і надійність часу прибуття в пункт призначення в цілому є найбільш важливими факторами, які визначають якість транспортної послуги.

Аналіз світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України показав невідповідність рівня якості транспортної послуги встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Одним із напрямків підвищення якості транспортних послуг для залізничного транспорту є лібералізація ринку вантажних залізничних перевезень.

Визначення мети та задачі дослідження. Дана стаття має на меті проаналізувати ефективність реформування залізниць загального користування за моделлю функціонування ринку залізничних перевезень на основі розділення функцій управління інфраструктурою та здійснення експлуатаційної діяльності. Це дасть змогу обґрунтувати необхідність розроблення нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України.

Основна частина дослідження. Практичний досвід еволюції моделей функціонування залізниць світу свідчить, що комерційне виживання вантажних залізничних перевезень в усьому світі основане на процесі переходу від монопольного до конкурентного ринків за рахунок дерегуляції транспортної галузі [3, 4]. В основі дерегуляції залізничної галузі є створення умов для започаткування конкурентного середовища у сфері залізничних перевезень. Розвиток конкуренції реалізується за рахунок розділення функцій управління інфраструктурою та здійснення експлуатаційної діяльності. Це у свою чергу сприяє створенню незалежних компаній-перевізників, головною умовою функціонування яких є принцип недискримінаційного доступу до інфраструктури. Такий підхід дає змогу реалізувати модель з розділеними стадіями виробництва та мережевого обслуговування, тобто коли існує інфраструктурна компанія (англ. infrastructure manager, IM), яка монопольно управляє використанням залізничної інфраструктури та надає доступ до залізничної мережі великій кількості конкуруючих компаній-перевізників (англ. railway undertakings, RU), які існують у сфері перевезень [5].

Така модель передбачає створення первинного (англ. primary market) та вторинного (англ. secondary market) ринку залізничних перевезень [6]. Ці ринки відрізняються типом товару, яким торгують на них. На первинному ринку залізничні компанії-перевізники торгують залізничними транспортними послугами, виступають як організатори та виконавці перевезень вантажів і пасажирів на комерційній основі. На вторинному ринку компанії-менеджери залізничної інфраструктури, що монопольно володіють мережею залізниць, торгують пропускною спроможністю залізничної інфраструктури, тобто продають доступ до своєї мережі шляхом виділення оператору перевезень за певну плату нитки графіка або частини пропускної спроможності залізничної мережі, яка необхідна для проходження поїзда між двома пунктами протягом певного часу. Схема взаємодії між первинним і вторинним ринками подана на рис. 1.

Рис. 1. Інтерференція між первинним і вторинним залізничним ринками

За таких умов, окрім найбільш поширеної моделі плати за перевезення на основі вартості за 1 ткм, яка включає всі витрати вертикально інтегрованої компанії, виникла нова система плати – за доступ до об'єктів інфраструктури, де плата за доступ до інфраструктури станцій відокремлена від плати за використання залізничних ліній. Така система взаємовідносин дає змогу створити новий сектор ринку транспортних перевезень, який оснований на продажі пропускної спроможності залізничної інфраструктури, у якому плата за використання інфраструктури залізничних ліній ґрунтується на вартості одного поїздо-кілометра [7].

Для аналізу ефективності існування ринку продажу доступу до залізничної інфраструктури у статті запропоновано провести аналіз функціонування залізниць таких країн, як Німеччина та Польща [8, 9]. Залізниці даних країн більш наближені за експлуатаційними показниками до залізниць України. Крім того, ринки залізничних перевезень даних країн перебувають на різних стадіях еволюції: Німеччина – стале функціонування (початок реформ у 1994 році), Польща – розвиток (початок реформ у 2000 році).

Станом на листопад 2013 року в Німеччині було видано ліцензій, що дозволяють надання транспортних послуг, близько 400 підприємствам-перевізникам [8]. Німецький залізничний ринок вважається одним із найбільших за кількістю конкурентів. Для прикладу, на залізницях Польщі функціонує 82 компанії-перевізника (англ. RU) [9].

У Німеччині компанії-перевізники на первинному ринку мають прибутковість. На вторинному ринку плата за доступ до залізничної інфраструктури від сукупного обороту всіх залізничних підприємств-перевізників у вантажних залізничних перевезеннях складає лише 14 % (рис. 2).

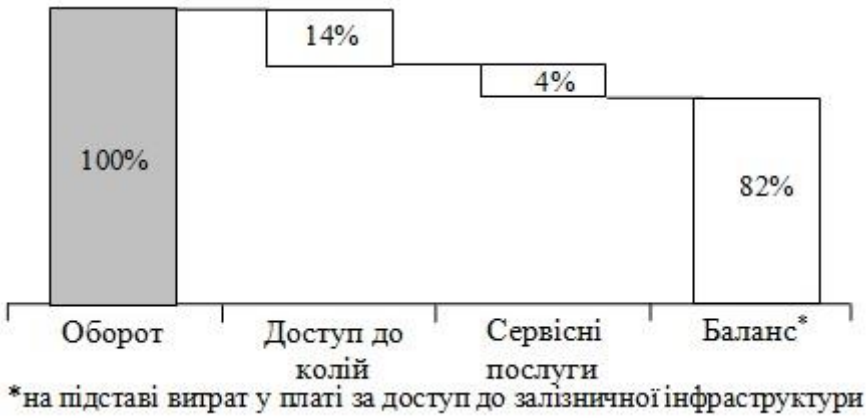


Рис. 2. Частка плати за доступ до інфраструктури у відсотках від сукупного обороту всіх залізничних підприємств у вантажних залізничних перевезеннях

Операційна ефективність компаній-менеджерів інфраструктури Німеччини складає 1,06 млрд поїзд.км (англ. train-path km) за 2012 рік. На залізницях Польщі найбільшою компанією-менеджером інфраструктури є PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., що здійснює управління на 92,69 % залізничних ліній від загальної мережі. За 2012 рік PKP PLK реалізували 215 005,75 тис. поїзд.км. Порівняльний аналіз показує, що рівень польських ставок на фрахт значно вищий від середнього показника по Європі, який у 2012 році був 2,70 євро з особи за поїздо-кілометр. Для порівняння, базова ставка за мінімальний пакет доступу до залізничної інфраструктури в Польщі у 2012 році була більша у два рази, ніж у Франції, та близько 50 % вища, ніж у Німеччині (країні з великим обсягом вантажних перевезень) (рис. 3).

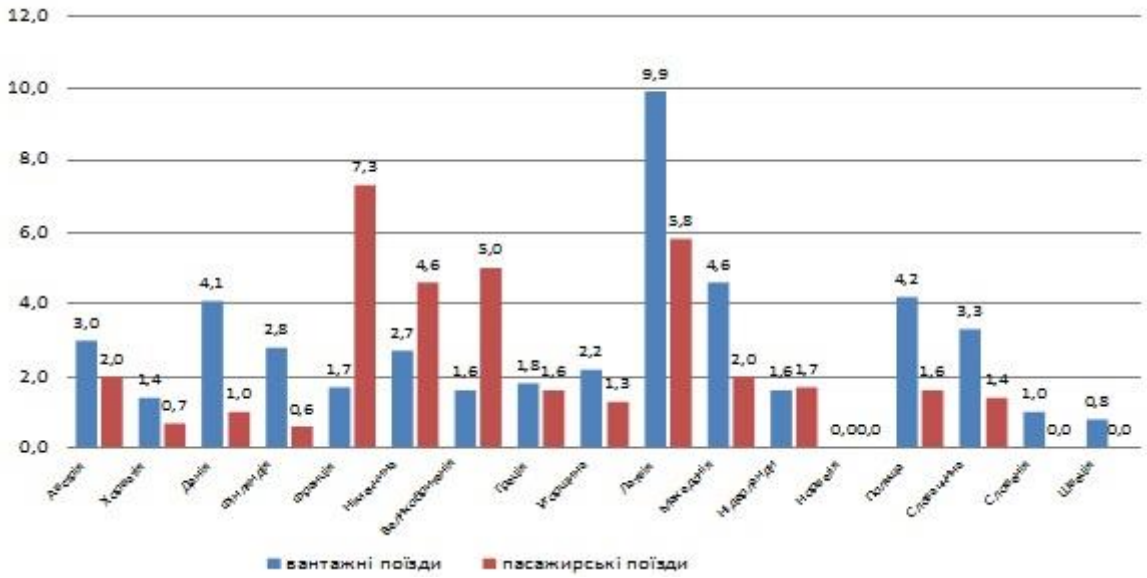


Рис. 3. Середні питомі ставки (у євро) за доступ до інфраструктури у 2012 році для вантажних і пасажирських поїздів у державах-членах ЄС

Як у Німеччині, так і у Польщі за загальними фінансовими показниками основні компанії, що управляють інфраструктурою, є збитковими. Так, у Німеччині за 2012 рік дані компанії зазнали збитків на 41 % від загальної вартості витрат на надання доступу до інфраструктури (рис. 4) [9]. Це пояснюється великими витратами на модернізацію та будівництво нової інфраструктури. Слід зазначити, така ситуація не є критичною, так як основні збитки покриваються державними субсидіями. У цих умовах менеджери інфраструктури генерують свої доходи в першу чергу за рахунок зборів, які вони отримують за доступ до використання залізничних колій та сервісне обслуговування. Велика частина їхніх доходів – 79 % від загальної виручки у 2012 р. – складається з плати за доступ до інфраструктури, яка становила до 4,35 млрд євро.

У Польщі фінансові результати найбільшого оператора, що управляє інфраструктурою, також показують збитки від операційної діяльності. Так, за 2013 рік PKP Polskie Linie Kolejowe (PKP PLK) отримали збитків на суму 445,5 млн польських злотих [10]. Але сума збитку була переважно результатом витрат, які не були взяті до уваги при розрахунку ставок доступу до залізничної інфраструктури. Це, серед іншого, витрати на амортизацію за основними засобами, що фінансуються з безповоротних джерел (коштів, отриманих від ЄС, Залізничного фонду місцевих органів влади та бюджетної дотації, розподіленої на фінансування інвестиційних проектів з модернізації інфраструктури). Якщо не враховувати вартість даних витрат, то фінансовий результат від операційної діяльності є позитивним та складає 407,4 млн злотих.

Незважаючи на деяку умовну збитковість PKP PLK, фінансування активів компанії протягом 2012-2013 років збільшується, і в першу чергу за рахунок зовнішніх надходжень, що дає змогу компанії високими темпами оновлювати свою інфраструктуру (рис. 5).

Рис. 4. Доходи, витрати і фінансові результати компаній, що управляють інфраструктурою залізниць Німеччини за 2012 рік

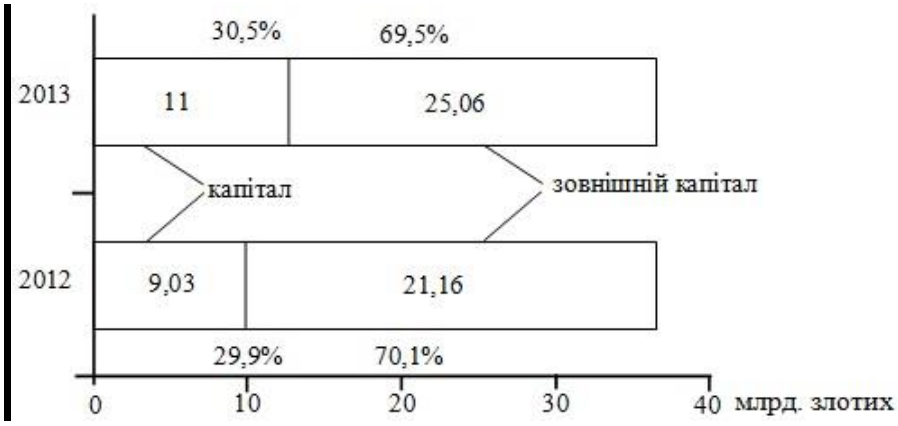


Рис. 5. Джерело фінансування активів PKP Polskie Linie Kolejowe за період 2012-2013 років

Висновок. Аналіз функціонування залізниць в умовах конкурентного залізничного ринку показав, що процес розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури набуває важливого значення. Так, від ефективності та швидкості узгодження доступу до залізничної мережі великої кількості конкуруючих компаній залежать фінансові результати всіх учасників залізничної системи. У цих умовах для залізниць України є очевидною необхідністю розвиток принципово нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури, що дасть змогу підвищити прибутковість від операційної діяльності компанії, що управляє інфраструктурою.

Список використаних джерел

1. Мукмінова, Т.А. Ринкова трансформація суб'єктів господарювання на залізничному транспорті [Текст] / Т.А. Мукмінова // Екон.-мат. моделювання соц.-екон. систем. – 2007. – Вип. 12. – С. 29-37.

2. Обзор морского транспорта за 2013 год [Текст] / Издание организации объединенных наций. UNCTAD/RMT. Нью-Йорк; Женева, 2013. – 228 с.

3. Tirole, J. The theory of industrial organization [Text] / Jean Tirole. – MIT Press, 1988. – 479 p.

4. Хусаинов, Ф.И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте [Текст]: монография / Ф.И. Хусаинов. – М.: Издательский Дом «Наука», 2012. – 192 с.

5. Прохорченко, А.В. Концептуальні підходи до управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах конкуренції на ринку перевезень [Текст] / А.В. Прохорченко // Залізничний транспорт України. – 2013. – Вип. 3/4. – С. 63-65.

6. Klabes, S.G. Algorithmic Railway Capacity Allocation in a Competitive European Railway Market [Text] / Sebastian Georg Klabes // Fakultat fur Bauingenieurwesen der Rheinisch-Westfalischen Technischen Hochschule Aachen zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation. Manuscript. – 2010. – 209 p.

7. Schittenhelm, B. Railway Timetabling Based on Systematic Follow-up on Realized Railway Operations [Text] / B. Schittenhelm, T. Richter – Annual Transport Conference at Aalborg, 2009. – 29 p.

8. Railway Market Analysis [Text] / Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn. – 2013. – 81 p.

9. An Assessment of Rail Market Operations and Rail Traffic Safety in 2013 [Text] / Departament Regulacji Rynku Kolejowego i Departament Bezpieczeństwa Kolejowego // Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa, 2014 – 143 p.

10. Polskie Linie Kolejowe S.A. Annual Report 2013 [Text] / Biuro Nieruchomości i Geodezji Kolejowej PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, 2014. – 79 p.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Огар

Прохорченко Андрій Володимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-88. E-mail: railwayhub@yandex.ua.

Prokhorchenko Andrii Ph.D., Associate Professor, Department of Management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-88. E-mail: railwayhub@yandex.ua.

Стаття прийнята 07.07.2015 р.

УДК 656.21:681.3

НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СППР ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ

Кандидати техн. наук Г.С. Бауліна, М.М. Кузнецов, магістри В.В. Зоненко, Я.В. Тренкеншу

НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СППР ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Кандидаты техн. наук А.С. Баулина, М.М. Кузнецов, магистры В.В. Зоненко, Я.В. Тренкеншу

THE SCIENTIFIC APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL DSS OF OPERATIONAL STAFF OF THE RAILWAY STATION

Candidates of techn. sciences G. Baulina, M. Kuznetsov, masters V. Zonenko, Y. Trenkenshu

Розглянуто наукові підходи до створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень чергового по станції (маневрового диспетчера) та комерційного агента. Система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи станції. Базу знань у системі запропоновано подати у вигляді семантичних мереж. Розглянуто процесс формування подачі вагонів

на вантажний фронт та розроблено семантичну мережу, спосіб формалізації якої запропоновано на графовій структурі.

Ключові слова: *інтелектуальна система підтримки прийняття рішень, база знань, семантична мережа, черговий по станції, комерційний агент.*

Сформированы подходы к созданию интеллектуальной системы поддержки принятия решений дежурного по станции (маневрового диспетчера) и коммерческого агента. Система моделирует интеллектуальную деятельность на основе компоненты, которая аккумулирует знания профессионалов, то есть базы знаний, которая представляет собой совокупность знаний по технологии работы станции. Базу знаний в системе предложено представить в виде семантических сетей. Рассмотрен процесс формирования подачи вагонов на грузовой фронт и разработана семантическая сеть, способ формализации которой предложен на графовой структуре.

Ключевые слова: *интеллектуальная система поддержки принятия решений, база знаний, семантическая сеть, дежурный по станции, коммерческий агент.*

It was considered the scientific approaches to the creation of intellectual sistem of support systems of operational staff at the railway station. The intelligent sistem will provide a high level of intellectualization of activity during making decision in problem situations that is characterized by great complexity, uncertainty and weak structuring. It will help for a person to use the data and models to identify and to solve the problems and to make the decisions. This system will not only collect an information and publish the results, but and analyze the complex of data to provide the specific options in certain situations. The system simulates the intellectual activity-based on components that accumulates the knowledges of professionals, or the knowledge base, that is a body of knowledge of the technology of the railway station working. The knowledge base in the system was proposed to represent as semantic networks. It was consider the process of formation of freight wagons in freight front and developed a semantic network, which offered as a way to formalize it in graph structure. The problem of finding a solution in the Semantic network resolved when it comes to the task of searching the network fragment corresponding the staged request. The prevailing model in the form of a semantic network proposed as the basis for the building of intellectual decision support system for the duty staff of the station (shunting dispatcher) and for the commercial agent for controlling the technological processes. For the person, who makes the decision, the system will provide a relevant information and the recommendations that facilitate the decision-making in a train situation that appear on that moment.

Keywords: *intellectual decision support system, knowledge base, semantic network, station duty officer, a commercial agent.*

Вступ. На сьогодні стан автоматизації у сфері управління перевізним процесом на залізницях України характеризується нижченаведеними основними особливостями. Існуючі комплекси в основному є інформаційними базами даних. Вони не забезпечують підтримку прийняття рішень, не дають змоги керувати технологічними процесами в реальному часі, планувати роботу, моделювати та прогнозувати розвиток ситуації.

Постановка проблеми. Вантажоперевезення є одними з головних процесів основної діяльності Укрзалізниці та залежать від багатьох факторів і часто потребують не тільки суворого дотримання правил роботи, а й прийняття оперативних рішень. Основною перешкодою цьому служить людський фактор. Зменшити його вплив можна тільки через створення ефективних і грамотних автоматизованих систем. І чим більше ланок транспортного ланцюжка працюють в автоматизованій системі, що забезпечують єдиний інформаційний простір, тим помітніший ефект від їх упровадження. Таким чином, створення інтелектуальних систем у сфері залізничних перевезень – це об’єктивна необхідність теперішнього часу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом чимало уваги приділяється питанням упровадження інтелектуальних технологій на залізничному транспорті. Автори роботи [1] розглянули підходи до формування інтелектуальних систем управління рухом поїздів з використанням як

самого рухомого складу, так і його окремих вузлів та деталей для відстеження строку їх служби. Методологію інтелектуального супроводу технологічних процесів на залізничному транспорті детально розглянуто в роботі [2], у якій запропоновано принципи вибору моделей і технологію їх використання при побудові інтелектуальних автоматизованих систем управління транспортними технологічними процесами, доведено необхідність створення інтелектуального інформаційного середовища на залізничному транспорті для вдосконалення управління процесами перевезень. У рамках підвищення рівня інтелектуалізації діючих систем управління перевізним процесом передбачається суттєве розширення технічних засобів для вантажного руху, включаючи систему автоматичної ідентифікації технічних засобів, розподілену систему управління гальмами вантажного поїзда по радіоканалу та ін. [3]. У праці [4] розглянуто інтегровану автоматизовану систему управління станцією, яка керує роботою станції в режимі реального часу на основі даних, отриманих з пристроїв автоматики та за допомогою супутникової навігаційної системи.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою статті є формування наукових підходів до створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу залізничної станції. Для реалізації зазначеної мети необхідно розглянути структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР), розробити семантичну мережу однієї із ланок технологічного процесу станції, що є моделлю для подання знань у базі знань ІСППР.

Основна частина дослідження. Перейти на якісно новий рівень в організації ефективної роботи залізничних станцій із забезпеченням мінімальних простоїв вагонів дасть змогу впровадження інтелектуальних технологій. Це дасть можливість упроваджувати нові методи роботи, відмовлятися від зайвих виробничих операцій, оптимізувати технологічні процеси.

Отже, сьогочасна спрямованість при формуванні автоматизованих робочих місць повинна базуватись на розробленні та впровадженні інтелектуальної системи в режимі реального часу для підтримки прийняття рішень оперативного персоналу, що забезпечить високий рівень інтелектуалізації діяльності під час прийняття рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються великою складністю, невизначеністю та слабкою структурованістю [5]. ІСППР допоможе людині використовувати дані та моделі для ідентифікації та вирішення завдань і прийняття рішень. Ця система буде не тільки накопичувати інформацію та видавати результати, а й аналізувати комплекс даних для надання конкретних варіантів дій у певній ситуації [6, 7]. Метою впровадження такої системи є підвищення ефективності рішень, що приймають черговий по станції (маневровий диспетчер) та комерційний агент.

Запропонована інтелектуальна система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи залізничних станцій, що записані на машинний носій у формі, зрозумілій людині [8]. Система також містить динамічну базу даних, блоки логічних висновків, пояснень та здобуття знань, інтерфейс користувача та експерта (рис.1).

Динамічна база даних (ДБД) містить оперативну інформацію про ситуації на вантажній станції. У ДБД зберігається необхідна для функціонування ІСППР конкретна формалізована інформація про станційні об’єкти та їх властивості: кількість вагонів, що подаються та прибираються на вантажний фронт, інформація про перевізний процес за минулий період і теперішній час та ін. Інформація в ДБД оновлюється у міру вводу працівниками станції повідомлень про виконання технологічних операцій.

Блок логічних висновків здійснює пошук рішення побудовою ланцюгів логічних доведень. Механізм імітує процес міркувань експерта так само, як база знань імітує його пам’ять. Механізм працює циклічно. У кожному циклі він переглядає всі правила, щоб виявити серед них ті, умови яких збігаються з відомими на даний момент фактами з робочої області [9].

Блок пояснень – програма, що надає пояснення, відповіді на всі питання, пояснює, як виведено логічний висновок.

Система пояснень в ІСППР реалізується різними способами:

– набір інформаційних довідок про стан системи в момент припинення її роботи;

– повний або частковий опис поданого системного шляху по дереву рішень;

– список гіпотез, що перевіряються;

– список цілей, які керують роботою системи, і шляхів їх пояснень.

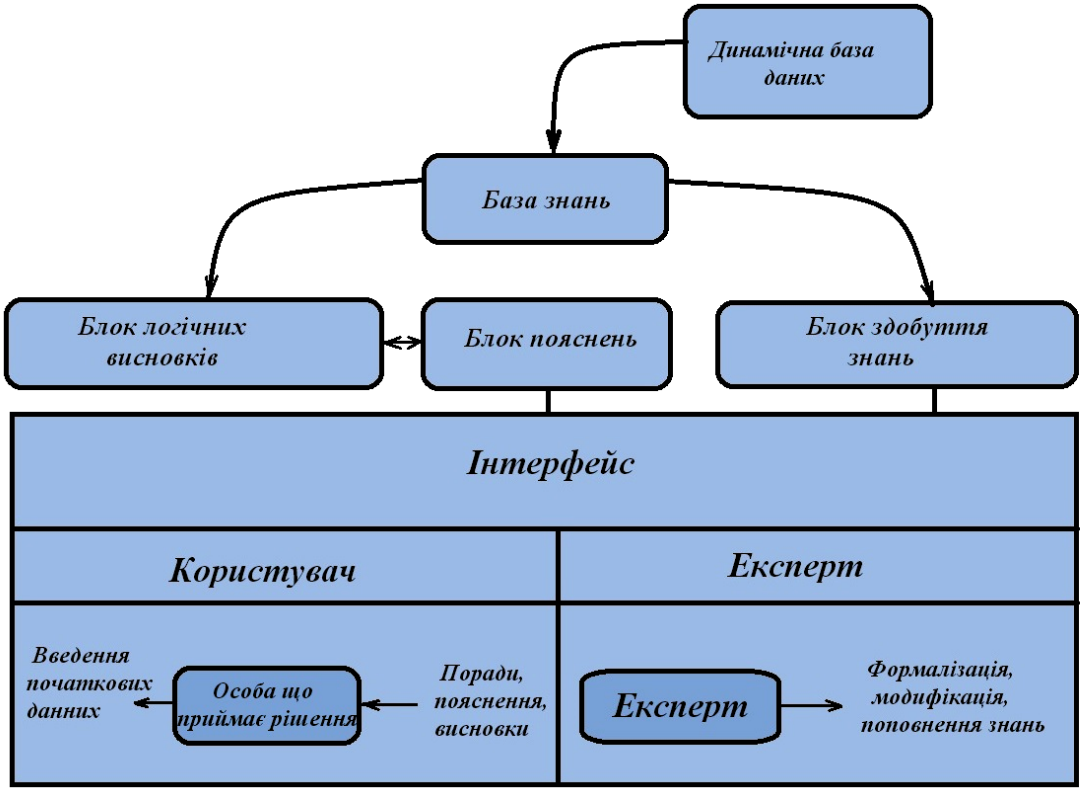


Рис. 1. Структура інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень

Блок здобуття знань полягає у формуванні емпіричних залежностей із знань.

При прийнятті рішень людині надається можливість: виконувати візуалізацію необхідної інформації, формалізувати процес надходження рішень, використовуючи запропоновані ІСППР варіанти; використовувати формальні процедури узгодження при прийнятті колективних рішень.

В ІСППР використовуються сучасні математичні методи і комп'ютерні технології, які дають змогу людині, яка приймає рішення, вирішувати слабоструктуровані задачі, і такі, що потребують обробки значних обсягів інформації для пошуку обґрунтованих рішень.

Людино-машинна процедура прийняття рішень за допомогою ІСППР являє собою циклічний процес взаємодії людини й комп'ютера. Цикл складається з фази аналізу та постановки задачі для комп'ютера, що проводить людина, яка приймає рішення, і фази оптимізації (пошуку рішення), яку проводить комп'ютер.

Технологічні процеси, що проходять на залізничних станціях, залежать від взаємодії великого числа різноманітних компонентів, об'єктів, умов, які у свою чергу можуть поводити себе по-різному, у залежності від ситуації, що склалася. У відносно невеликому обсязі пам'яті інтелектуальні системи повинні зберігати велику кількість інформації про задачі, що вирішуються в системі в процесі її функціонування. Вирішення цієї проблеми можливе лише при спеціальній організації бази знань.

Подання знань у базі знань – одна з основних проблем штучного інтелекту. Необхідно обрати модель для подання знань, тобто вирішити питання, у якій формі в пам'яті електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) повинні бути подані знання, як ці знання доцільно організувати, щоб ЕОМ змогла

якнайкраще скористатися ними при вирішенні різноманітного роду інтелектуальних задач. Тому одним із кращих видів організації бази знань є мережеві моделі, а саме семантичні мережі.

Семантична мережа – інформаційна модель предметної області, що має вигляд орієнтованого графа, вершини якого відповідають об'єктам предметної області, а дуги задають відношення між ними. Об'єктами можуть бути поняття, події, процеси, різні ситуації. Таким чином, семантична мережа є одним із способів подання знань у базі знань інтелектуальної системи.

Як відносини найбільш часто використовуються такі: структурні, родові, виробничі, функціональні, кількісні, просторові, тимчасові, логічні. У різних варіаціях семантичних мереж для відображення понять використовуються різні геометричні примітиви: прямокутники, овали, прямокутники з округленими кутами [9].

Формально семантичну мережу можна задати в такому вигляді [10, 11]:

$$H =< I, C, G >, \qquad (1)$$

де I – множина інформаційних одиниць;

C – множина типів зв'язків між інформаційними одиницями;

G – відображення, що задає конкретні відносини з наявних типів С між елементами І.

Семантична мережа як модель найбільш часто використовується для подання декларативних знань. За рахунок цих властивостей семантична мережа дає змогу знизити обсяг збережених даних.

Відповідно до проведеного аналізу існуючого програмного забезпечення на АРМ чергового по станції (маневрового диспетчера) та комерційного агента постає задача розширення їх функціональних можливостей за рахунок інтегрування інтелектуальних технологій [12, 13]. Особлива роль відводиться управлінню роботою вантажного фронту з мінімальними витратами вагоно- та локомотиво-годин, раціональному використанню технічних засобів та формуванню раціональної подачі вагонів.

Розглянуто процес формування подачі вагонів на вантажний фронт та розроблено семантичну мережу, спосіб формалізації якої запропоновано на графовій структурі (рис. 2). Вершинами графа є такі об'єкти: черговий по станції (ДСП), комерційний агент, завантажені, порожні та несправні вагони, вантажний фронт, під'їзна колія, пункт ПТО, складач поїздів та ін. Дугами позначено відношення між даними об'єктами.

Проблема пошуку рішення в семантичній мережі зводиться до задачі пошуку фрагмента мережі, відповідного поставленому запитом.

Переваги семантичних мереж:

– універсальність, що досягається за рахунок вибору відповідного набору відносин. За допомогою семантичної мережі можна описати будь-яку складну ситуацію, факт або предметну область;

– наочність системи знань, поданої графічно;

– відповідність сучасним уявленням про організацію довготривалої пам'яті людини.

Сформовану модель у вигляді семантичної мережі запропоновано як основу для побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень чергового по станції (маневрового диспетчера) та комерційного агента для управління технологічними процесами. Особі, яка приймає рішення, система надасть відповідну інформацію та рекомендації, що полегшать процес прийняття рішень у тій чи іншій поїзній ситуації.

Висновки. Таким чином, розглянуто структуру ІСППР. Запропонована система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи залізничної станції. Розроблено семантичну мережу, що є моделлю для подання знань у базі знань ІСППР. Спосіб формалізації семантичної мережі подано на графовій структурі. Сформовану модель запропоновано як основу для побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень чергового по станції (маневрового диспетчера) та комерційного агента.

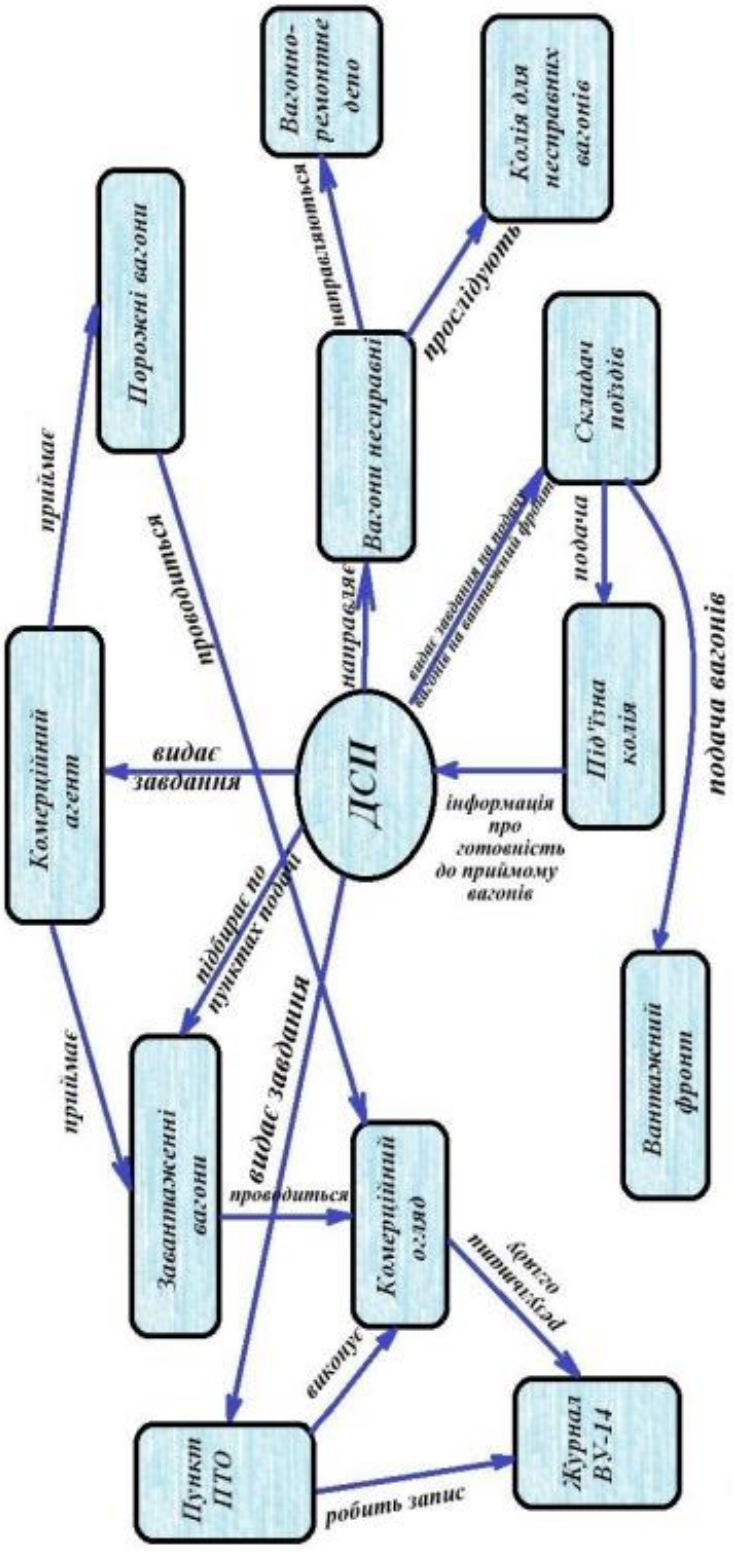


Рис. 2. Семантична мережа «Формування подачі вагонів на вантажний фронт»

Список використаних джерел

1. Воронин, В.С. Интеллектуальные транспортные системы управления [Текст] / В.С. Воронин // Железнодорожный транспорт. – 2009. – № 3. – С. 40-42.

2. Осокин, О.В. Построение интеллектуальной информационной среды на железнодорожном транспорте [Текст] / П.А. Козлов, О.В. Осокин, Н.А. Тушин // Инновационный транспорт. – 2011. – № 1. – С. 6-9.

3. Погодин, А.Е. Интеллектуальные транспортные системы на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] / А.Е. Погодин, В.Г. Матюхин // Евразия вести. – 2012. – № 9. – Режим доступа: http://www.eav.ru/publ1.php?page=1&publid=2012-09a20.

4. Прилепин, Е.В. Управление маневровой работой в транспортном узле с использованием системы МАРС [Текст] / Е.В. Прилепин // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 11. – С. 37-38.

5. Бауліна, Г.С. Удосконалення інформаційно-керуючої системи прикордонної передавальної станції на основі застосування інтелектуальних технологій [Текст] / Г.С. Бауліна // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 25. – С. 39-45.

6. Люгер, Д. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем [Текст] / Д. Люгер; пер. с англ. – [4-е издание]. – М.: Издательский дом Вильямс", 2003. – 864 с.

7. Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект [Текст]: конспект лекций / Д.В. Смолин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 208 с.

8. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – С.Пб.: Питер, 2000. – 384 с.

9. Lars Skyttner. General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice [Text] / Lars Skyttner // World Scientific Publishing Company; 2 edition (January 4, 2006).- 536 pages.

10. Abelson R. The Structure of Belief Systems, in "Computer Models of Thought and Language" in R. Shank K. Colby, San Francisco, 1973.

11. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды [Текст] / В.А. Геловани, А А. Башлыков, В.Б. Бритков [и др.]. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 304 с.

12. Бутько, Т.В. Інтелектуальні аспекти формування СППР оперативного персоналу прикордонних станцій [Текст] / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 2. – С. 8-12.

13. Бутько, Т.В. Удосконалення технології роботи прикордонних станцій на основі СППР з елементами штучного інтелекту [Текст] / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Вісник економіки транспорту і промисловості: тези доп. 5-ї Міжнар. наук.-практ. конф. ["Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України"], (Коктебель, 1 – 6 черв. 2009 р.). – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 27. – С. 46.

Рецензент д-р техн. наук, професор Т.В. Бутько

Бауліна Ганна Сергіївна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.
Кузнецов Михайло Михайлович, канд. техн. наук, начальник управління Головного комерційного управління, Державна адміністрація залізничного транспорту України. Тел.: (057) 730-10-85.
Зоненко Віктор Володимирович, магістр групи 13-V-УППМ, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.
Тренкеншу Ярослав Вікторович, магістр групи МЗ-ОПУТ-Б-13, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.

Baulina Ganna, cand. of techn. sciences, associate professor of the department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.
Kuznetsov Mykhailo, cand. of techn. sciences, head of division of the Main commercial department, State administration of railway transport of Ukraine. Tel.: (057) 730-10-85.
Zonenko Viktor, master of the group 13-V-UPPM, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.
Trenkenshu Yaroslav, master of the group MZ-OPUT-B-13, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Стаття прийнята 02.09.2015 р.

УДК 656.212.5

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА НА СОРТУВАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ

Кандидати техн. наук М.Ю. Куценко, О.А. Дудін, інженери М.М. Дольова, О.В. Жовнір

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Кандидаты техн. наук М.Ю. Куценко, А.А. Дудин, инженеры М.Н. Долгова, О.В. Жовнір

JUSTIFICATION RATIONAL LOCATION OF A LOCOMOTIVE DEPARTMENT IN MARSHALLING YARDS

Ph. D. M. Kutsenko, Ph. D. O. Dudin, engineers M. Dolgova, O. Zhovnir

Місце розташування локомотивного господарства суттєво впливає на експлуатаційні витрати, пов'язані з пробігом поїзних локомотивів від поїздів, що прибули в депо та вирушили назад з депо під поїзди, що відправляються. У роботі розглядаються основні випадки розміщення локомотивного господарства на односторонній та двосторонній сортувальній станції. За побудованими графіками залежності сумарних пробігів локомотивів від частки вагонопотоку з переробкою зроблено висновки щодо раціонального розташування локомотивного господарства на односторонній та двосторонній сортувальній станції.

Ключові слова: *сортувальна станція, сортувальна система, локомотивне господарство, пробіги локомотивів.*

Место расположения локомотивного хозяйства существенно влияет на эксплуатационные расходы, связанные с пробегом поездных локомотивов от поездов, прибывших в депо и следовавших обратно из депо под отправляющиеся поезда. В работе рассматриваются основные случаи размещения локомотивного хозяйства на односторонней и двусторонней сортировочной станции. По построенным графикам зависимости суммарных пробегов локомотивов от доли вагонопотоков с переработкой сделаны выводы относительно рационального расположения локомотивного хозяйства на односторонней и двусторонней сортировочной станции.

Ключевые слова: *сортировочная станция, сортировочная система, локомотивное хозяйство, пробеги локомотивов.*

Marshalling yards, play a crucial role in the development of transport on railway transport. They provide the most difficult part of working-processing and formation of technical routes. Stability of transportation process in many areas and sites of the railway network is dependent on the successful work of marshalling yards.

Location of the locomotive department significantly affects the operational costs associated with mileage of train locomotives from trains arriving at the depot and back from the depot under the departing train.

This article discusses the options for the placement of a locomotive department on a unilateral or bilateral marshalling yard. Used dependency graphs based on total runs of locomotives from the proportion of working with processing, conclusions are made on the rational location of the locomotive department at the unilateral and bilateral marshalling yard.

The locomotive department on the unilateral marshalling yard advisable to place next to the park administration to reduce runs of the exchangeable train locomotive and reducing the width of the marshalling yard. After the construction of the second sorting system it is advisable to arrange the station complex equipping additional devices between the parks reception and departure in the opposite end of the station.

Keywords: *marshalling yard, sorting system, locomotive department, running of locomotives.*

Вступ. У даний час відбувається реформування залізничного транспорту, метою якого є підвищення якості надаваних послуг при безпечній та ефективній організації виробничого процесу [1]. Розміщення локомотивного господарства (ЛГ) на сортувальних станціях суттєво впливає на експлуатаційні витрати, пов'язані з пробігом поїзних локомотивів від поїздів, що прибули в депо та вирушили назад з депо під поїзди, що відправляються.

Постановка проблеми. Розміщення ЛГ повинно бути ув'язано із загальною схемою розвитку станції як на першу чергу, так і на перспективу, та забезпечувати зручну подачу локомотивів до составів та їх прибирання при найменшій кількості пересічень з маршрутами прямування організованих поїздів та маневрових переміщень. ЛГ бажано розміщувати поблизу тих приймально-відправних парків, де очікується найбільше прибуття та відправлення поїздів. У сортувальній системі з послідовним розміщенням парків ЛГ можна розташовувати паралельно будь-якому з парків: сортувальному, приймання або відправлення.

В ТУПС-48 [2] та ТУПС-54 [3] ЛГ на односторонніх та двосторонніх станціях рекомендувалося розміщувати поруч з парком приймання переважного напрямку. В ТУПС-61 [4] рекомендувалася схема з розміщенням ЛГ поруч із сортувальним парком, між ним та головними коліями невантажного (протилежного напрямку сортування) напрямку. У залежності від місцевих умов при відповідному обґрунтуванні допускалося розміщення ЛГ у районі парку відправлення поїздів, а в окремих випадках – поруч з парком прибуття з облаштуванням екіпірування поїзних локомотивів у районі хвостової горловини сортувального парку.

З 1978 року Інструкцією з проектування станцій та вузлів (ІПСВ-78) [5] ЛГ на односторонніх сортувальних станціях з гірками великої та середньої потужності рекомендується розміщувати паралельно парку приймання, а з гірками підвищеної потужності – паралельно сортувальному парку.

Окрім цих випадків розміщення ЛГ між системами парків, зустрічаються випадки бокового або зовнішнього розміщення ЛГ. Зовнішнє розміщення ЛГ має ряд експлуатаційних незручностей (багато пересічень маршрутів), здебільшого викликає необхідність спорудження дорогих шляхопроводів і тому при будівництві нових сортувальних станцій не застосовується.

Основна частина. У статті розглядаються три основні випадки розміщення локомотивного господарства на односторонній сортувальній станції: І варіант – паралельно сортувальному парку (рис. 1), ІІ варіант – паралельно парку приймання (рис. 2) і ІІІ варіант – паралельно парку відправлення (рис. 3). При цьому парки для транзитних поїздів передбачалися поруч із об'єднаним парком відправлення.

Згідно з [6] пробіг локомотивів на один поїзд у першому варіанті (див. рис. 1) складе:

- для непарних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{неп} = l_{вих}^{п} + l_{н} + l_{вх}^{с} + l_{вих}^{с} + l_{в} + l_{вх}^{від} + l_{0} + 2 \cdot l_{вих}^{від}; \quad (1)$$

- парних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{парн} = 2 \cdot l_{вх}^{п} + l_{0} + l_{вих}^{п} + l_{н} + l_{вх}^{с} + l_{вих}^{с} + l_{в} + l_{вх}^{від}; \quad (2)$$

- транзитних непарних поїздів

$$l_{тр}^{неп} = 4 \cdot l_{вих}^{від} + 2 \cdot l_{0} + 2 \cdot l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_{в} + 2 \cdot l_{вих}^{с} + l_{с}; \quad (3)$$

- транзитних парних поїздів

$$l_{тр}^{парн} = 2 \cdot l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_{в} + 2 \cdot l_{вих}^{с} + l_{с}. \quad (4)$$

Перевага розміщення ЛГ поруч із сортувальним парком полягає у поточності пропуску локомотивів поїздів з переробкою обох напрямків. Недоліком цього варіанта є необхідність великої ширини станційної площадки, оскільки локомотивне та вагонне господарство розміщуються поруч із сортувальним парком. Та якщо надалі передбачати будівництво другої сортувальної систем, то це значно збільшить потрібну ширину станційної площадки у порівнянні з іншими варіантами.

Пробіг локомотивів у розрахунку на один поїзд при розташуванні ЛГ поруч з парком приймання (рис. 2) буде:

- для непарних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{неп} = 3 \cdot l_{вих}^{п} + 2 \cdot l_0 + l_н + l_{вх}^{с} + l_с + l_{вих}^{с} + l_в + l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_{вих}^{від}; \quad (5)$$

- парних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{парн} = 2 \cdot l_{вх}^{п} + l_{вих}^{п} + l_н + l_{вх}^{с} + l_с + l_{вих}^{с} + l_в + l_{вх}^{від}; \quad (6)$$

- транзитних непарних поїздів

$$l_{тр}^{неп} = 4 \cdot l_{вих}^{від} + 3 \cdot l_0 + 2 \cdot l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_в + 2 \cdot l_{вих}^{с} + 2 \cdot l_с + 2 \cdot l_{вх}^{с} + 2 \cdot l_н + 2 \cdot l_{вих}^{с}; \quad (7)$$

- транзитних парних поїздів

$$l_{тр}^{парн} = 2 \cdot l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_в + 2 \cdot l_{вих}^{с} + 2 \cdot l_с + 2 \cdot l_{вх}^{с} + 2 \cdot l_н + 2 \cdot l_{вих}^{п} + l_0. \quad (8)$$

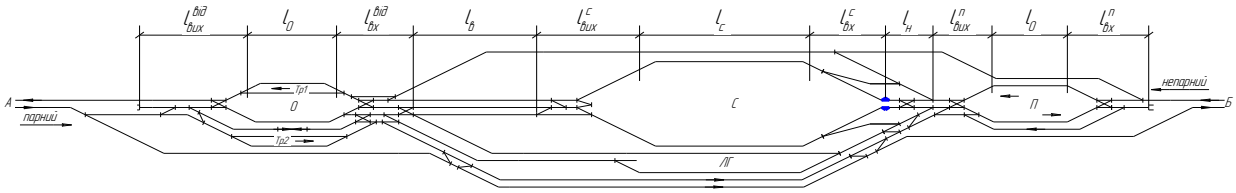


Рис. 1. Схема односторонньої сортувальної станції з розташуванням ЛГ поруч із сортувальним парком

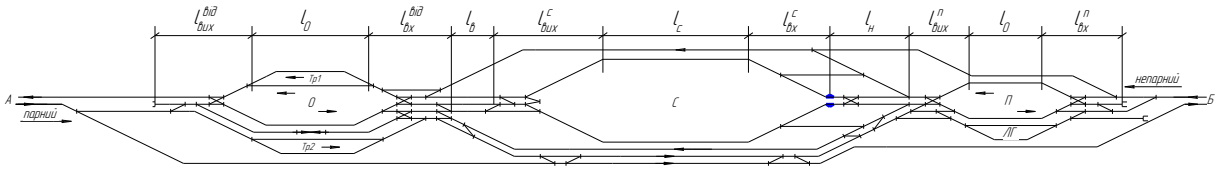


Рис. 2. Схема односторонньої сортувальної станції з розташуванням ЛГ поруч з парком приймання

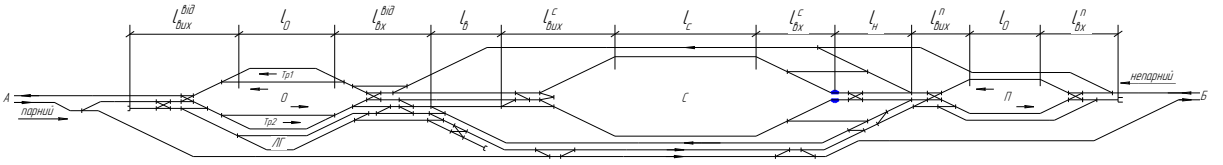


Рис. 3. Схема односторонньої сортувальної станції з розташуванням ЛГ поруч з парком відправлення

У другому варіанті потрібна ширина станційної площадки зменшується, скорочується пробіг у депо поїзних локомотивів від поїздів, які надійшли в переробку, проте при цьому зростає пробіг поїзних локомотивів з депо під состави поїздів свого формування та особливо локомотивів транзитних поїздів, оскільки парки для транзитних поїздів розміщені поруч із парком відправлення.

Пробіг локомотивів у третьому варіанті (рис. 3) складе:

- для непарних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{неп} = l_{вих}^{п} + l_{н} + l_{вх}^{с} + l_{с} + l_{вих}^{с} + l_{в} + l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_{вих}^{від}; \quad (9)$$

- парних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{парн} = 2 \cdot l_{вх}^{п} + 2 \cdot l_{0} + l_{вих}^{п} + l_{н} + l_{вх}^{с} + l_{с} + l_{вих}^{с} + l_{в} + l_{вх}^{від}; \quad (10)$$

- транзитних непарних поїздів

$$l_{тр}^{неп} = 2 \cdot l_{вих}^{від} + l_{0}; \quad (11)$$

- транзитних парних поїздів

$$l_{тр}^{парн} = 2 \cdot l_{вх}^{від} + l_{0}. \quad (12)$$

У третьому варіанті порівняно з першим та другим значно збільшуються пробіги локомотивів від поїздів, які прибули у розформування, але набагато менший пробіг локомотивів від транзитних поїздів у депо, а також пробіг усіх поїзних локомотивів під состави поїздів, які відправляються. У цьому варіанті, так як і у другому, зменшується необхідна ширина станційної площадки та створюються кращі умови для розвитку станції в класичну двосторонню станцію.

Варіант, у якому приймально-відправні парки для транзитних поїздів розміщувалися б паралельно парку приймання, не розглядався, так як це викликало б збільшення експлуатаційних витрат на утримання пунктів технічного обслуговування вагонів. При цьому припускалося, що станційна площадка достатня для спорудження станцій за будь-яким з розглянутих варіантів.

Надалі у статті розглянуто пробіги локомотивів після спорудження другої сортувальної системи та при всіх розглянутих схемах односторонньої станції (рис. 4-6).

Пробіг локомотивів при розташуванні локомотивного господарства паралельно сортувальному парку (див. варіант IV, рис. 4) буде:

- для непарних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{неп} = l_{вих}^{п} + l_{н} + l_{вх}^{с} + l_{вих}^{с} + l_{в} + l_{вх}^{від} + l_{0} + 2 \cdot l_{вих}^{від}; \quad (13)$$

- парних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{парн} = l_{вих}^{п} + 2 \cdot l_{сдв} + l_{в} + l_{0} + 2 \cdot l_{вих}^{від}; \quad (14)$$

- транзитних непарних поїздів

$$l_{тр}^{неп} = 4 \cdot l_{вих}^{від} + 2 \cdot l_{0} + 2 \cdot l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_{в} + 2 \cdot l_{вих}^{с} + l_{с}; \quad (15)$$

- транзитних парних поїздів

$$l_{тр}^{парн} = 4 \cdot l_{вих}^{від} + 2 \cdot l_{сдв} + l_{0}. \quad (16)$$

У варіанті V (рис 5) пробіг локомотивів буде дорівнювати:
- для непарних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{неп} = 3 \cdot l_{вих}^{п} + 2 \cdot l_0 + l_н + l_{вх}^{с} + l_с + l_{вих}^{с} + l_в + l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_{вих}^{від}; \quad (17)$$

- парних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{парн} = 2 \cdot l_{вих}^{п} + 2 \cdot l_{сдв} + l_в + l_{вих}^{с} + l_с + l_{вх}^{с} + l_н + 2 \cdot l_{вх}^{п} + l_{вих}^{від}; \quad (18)$$

- транзитних непарних поїздів

$$l_{тр}^{неп} = 4 \cdot l_{вих}^{від} + 3 \cdot l_0 + 2 \cdot l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_в + 2 \cdot l_{вих}^{с} + 2 \cdot l_с + 2 \cdot l_{вх}^{с} + 2 \cdot l_н + 2 \cdot l_{вих}^{с}; \quad (19)$$

- транзитних парних поїздів

$$l_{тр}^{парн} = 2 \cdot l_{вих}^{від} + 2 \cdot l_{сдв} + 2 \cdot l_{вх}^{п} + l_0. \quad (20)$$

І в останньому варіанті, де ЛГ розташоване поруч з парком відправлення непарної системи (рис. 6), пробіг локомотивів буде дорівнювати:
- для непарних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{неп} = l_{вих}^{п} + l_н + l_{вх}^{с} + l_с + l_{вих}^{с} + l_в + l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_{вих}^{від}; \quad (21)$$

- парних поїздів з переробкою

$$l_{трз/п}^{парн} = l_{вих}^{п} + 2 \cdot l_0 + 3 \cdot l_{вх}^{від} + 2 \cdot l_в + l_{вих}^{с} + l_с + l_{вх}^{с} + 2 \cdot l_{вих}^{від}; \quad (22)$$

- транзитних непарних поїздів

$$l_{тр}^{неп} = 2 \cdot l_{вих}^{від} + l_0; \quad (23)$$

- транзитних парних поїздів

$$l_{тр}^{парн} = 4 \cdot l_{вх}^{від} + 4 \cdot l_в + 2 \cdot l_{вих}^{с} + 2 \cdot l_с + 2 \cdot l_{вх}^{с} - 2 \cdot l_{сдв} + 4 \cdot l_{вих}^{від} + 3 \cdot l_0. \quad (24)$$

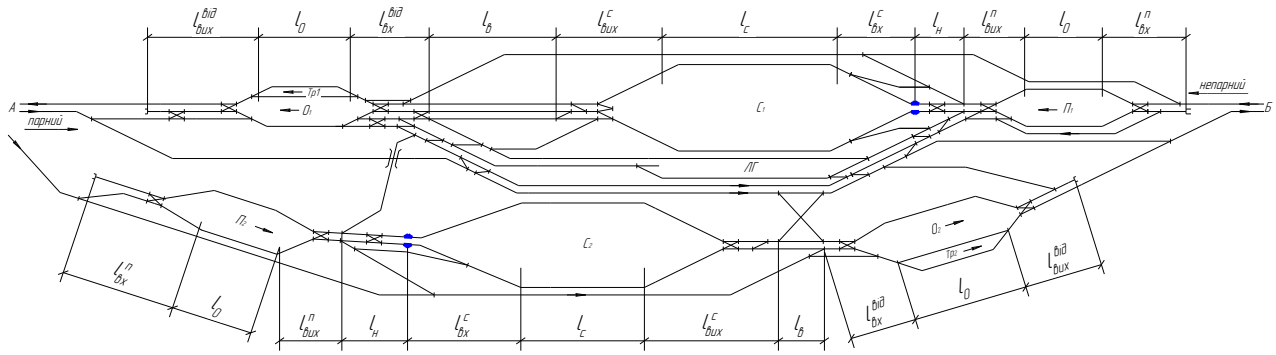


Рис. 4. Схема двосторонньої станції з розташуванням ЛГ поруч із сортувальним парком

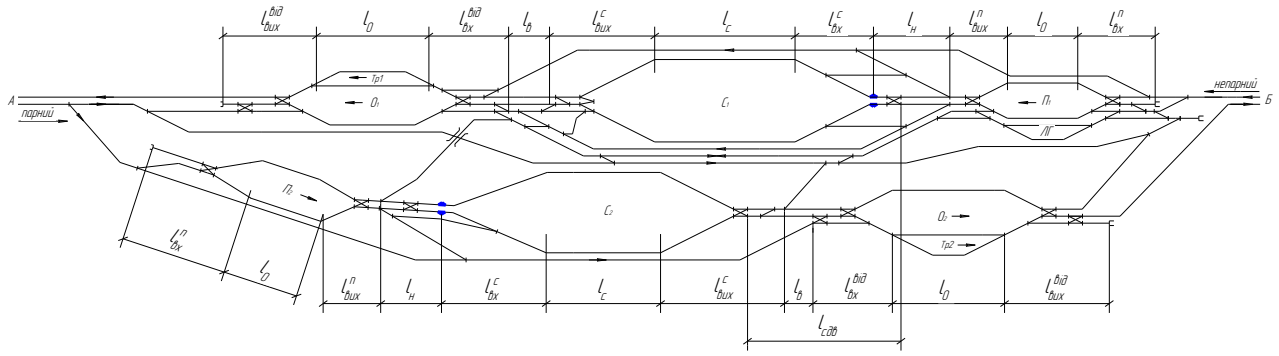


Рис. 5. Схема двосторонньої станції з розташуванням ЛГ поруч з парком приймання

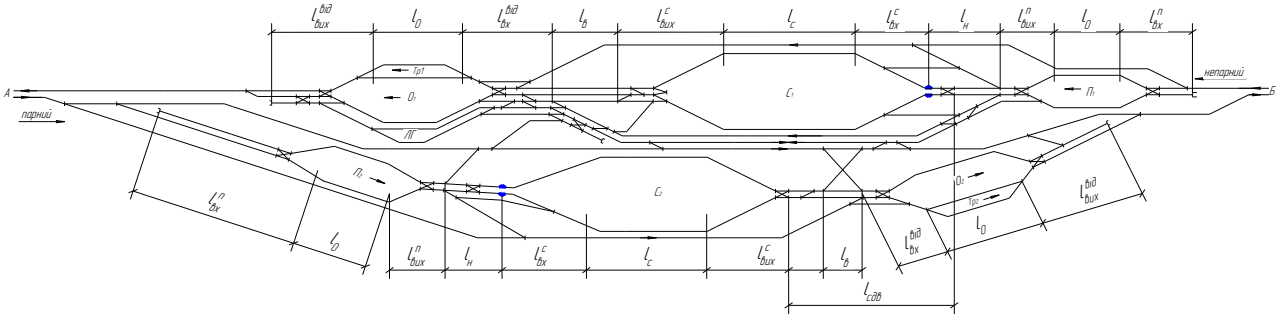


Рис. 6. Схема двосторонньої станції з розташуванням ЛГ поруч з парком відправлення

Для визначення сфер застосування вказаних шести варіантів частина вагонопотоку з переробкою, який надходить на сортувальну станцію, варіювалася від 50 до 80 %. Норма корисної довжини приймально-відправних колій приймалася рівною 1050 м. Довжини горловин парків та пробіги поїзних локомотивів визначались за масштабними планами станції за варіантами. Порівняння варіантів були виконані шляхом зіставлення пробігів поїзних локомотивів від поїздів у депо та назад під поїзди, що відправляються. Окремо розраховувався пробіг для односторонніх сортувальних станцій та для двосторонніх. Пробіги локомотивів, які припадають на один поїзд, зведені у таблицю.

За результатами розрахунків побудований графік залежності сумарних пробігів від частки вагонопотоку з переробкою, який наведений на рис. 7. Як видно з графіка, при будівництві односторонньої станції та частці потоку з переробкою менше 70 % локомотивне господарство доцільніше розміщувати поруч із парком відправлення (варіант III).

Таблиця

Пробіги локомотивів, що припадають на один поїзд

Категорії поїздів	Пробіг на один поїзд, км, за варіантами					
	Одностороння			Двостороння		
	I	II	III	IV	V	VI
Непарні з переробкою	4,70	8,30	4,70	4,70	8,30	4,67
Парні з переробкою	4,30	4,60	7,40	5,00	6,00	8,00
Непарні транзитні	9,50	14,00	3,40	9,50	14,00	3,40
Парні транзитні	3,80	9,60	2,60	4,50	4,90	10,80

При перебудові цієї станції у двосторонню (варіант VI) при цьому ж відсотку поїздів з переробкою пробіг локомотивів зростає. При зміні частки поїздів з переробкою на двосторонній станції пробіг локомотивів залишається приблизно на одному рівні у

зв'язку з тим, що пробіг від транзитних поїздів приблизно дорівнює сумарному пробігу від поїздів з переробкою. Як видно з графіка, розміщення локомотивного господарства на двосторонній станції поруч із парком відправлення практично не залежить від частки потоку з переробкою.

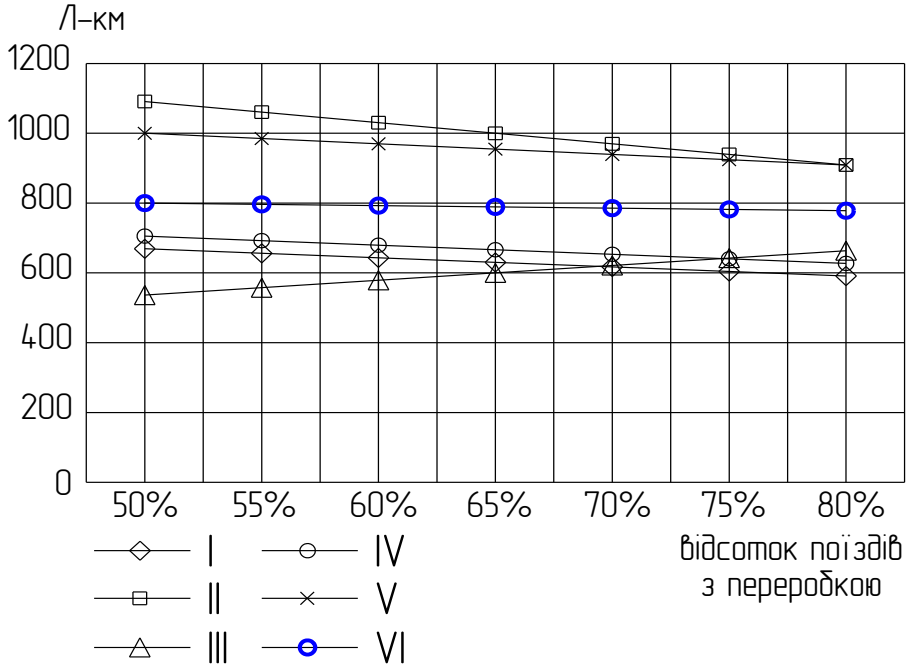


Рис. 7. Графік залежності сумарних пробігів локомотивів від частки вагонопотоку з переробкою

Згідно з пробігами поїзних локомотивів будівництво ЛГ паралельно сортувальному парку на односторонній станції вигідно при відсотку поїздів з переробкою 70 % та більше. При будівництві другої сортувальної системи пробіг усіх локомотивів збільшиться несуттєво.

Проведене дослідження показало, що розміщення ЛГ при гірках великої та середньої потужності поруч із парком приймання є невигідним, так як сумарний пробіг від усіх поїздів значно вищий, ніж в інших варіантах. Це пов'язано з тим, що локомотиви від транзитних поїздів без переробки змушені прямувати в депо та назад через усю станцію. Розміщення ЛГ поруч з парком приймання може виявитися прийнятним тільки після будівництва другої сортувальної системи. Для односторонніх сортувальних станцій при наявності достатньої станційної площадки доцільно розглядати два конкурентоспроможних варіанти розміщення ЛГ – поруч із сортувальним парком або з парком відправлення. Вибір того чи іншого варіанта повинен бути підтверджений техніко-економічними розрахунками та буде залежати від частки поїздів з переробкою та місцевих умов, які визначаються капітальними витратами за цими варіантами.

Висновки. Для зменшення пробігів поїзних локомотивів, що змінюються, і скорочення ширини станційної площадки ЛГ на односторонній сортувальній станції доцільно розміщувати поруч з парком відправлення, а після спорудження другої сортувальної системи улаштовувати між парками приймання і відправлення у протилежному кінці станції додатковий комплекс екіпірувальних пристроїв.

Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс]: схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. №1555-р. – Режим доступу: www/URL: http://www.mintrans.gov.ua/ uk/discussion/15621.html/ 10.12.2009. – Загол. з екрана.

2. Технические указания по проектированию станций и узлов [Текст]. – М.: Трансжелдориздат, 1948. – 124 с.

3. Технические указания по проектированию станций и узлов на железных дорогах нормальной колеи [Текст]. – М.: Трансжелдориздат, 1954. –120 с.

4. Технические указания по проектированию станций и узлов на железных дорогах общей сети Союза ССР [Текст]: ВСП 56–61. – М.: Трансжелдориздат, 1961. – 151 с.

5. Инструкция по проектированию станций и узлов на железных дорогах Союза ССР [Текст]: ВСН 56–78. – М.: Транспорт, 1978. – 171 с.

6. Олейникова, Л. А. Сферы применения односторонних и двусторонних сортировочных станций при росте и спаде объемов переработки вагонов [Текст] : дис... канд. техн. наук : 05.22.08 / Олейникова Людмила Алексеевна. – С.Пб., 2006. – 198 с.

7. Архангельский, Е. В. Выбор этапного развития станций [Текст] / Е.В. Архангельский // Повышение эффективности использования технических средств на железнодорожных станциях: труды ВНИИЖТа. – М.: Транспорт, 1986. – С. 3–18.

8. Болотный, В.Я. Совершенствование схем и технологии работы железнодорожных станций [Текст]: учебное пособие для вузов / В.Я. Болотный. – М.: Транспорт, 1986. – 280 с.

9. Логвинов, С.И. Определение ориентировочной стоимости строительства железнодорожных станций и узлов по укрупненным показателям [Текст] / С. И. Логвинов, Ю. И. Єфименко. – Л.: ЛИИЖТ, 1990. – 30 с.

10. Федотова, Т. Н. Развитие односторонних сортировочных станций [Текст] / Т. Н. Федотова // Вопросы развития железнодорожных станций и узлов: межвуз. сб. науч. статей. – Гомель: БелИИЖТ, 1981. – С. 39-52.

Рецензент д-р техн. наук Є.С. Альошинський

Куценко Максим Юрійович, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42 E-mail: maksimus84@meta.ua.
Дудін Олексій Аркадійович, канд. техн. наук, доцент кафедри колії та колійного господарства Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.
Долгова Марія Миколаївна, студентка магістратури НН ІППК Українського державного університету залізничного транспорту Тел.: (057) 730-10-42.
Жовнір Оксана Василівна, студентка магістратури НН ІППК Українського державного університету залізничного транспорту Тел.: (057) 730-10-42.

Kutsenko Maxim Yriyovich Ph. D., associate professor department of train stations and nodes Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42 E-mail: maksimus84@meta.ua.
Dudin Olexiy Arkadiyovich Ph. D., associate professor department of track and railroad facilities Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.
Dolgova Maria Mykolaivna graduate student NN IPPK Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.
Zhovnir Oksana Vasylivna graduate student NN IPPK Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.

Стаття прийнята 01.07.2015 р.

УДК 656.25

АНАЛІЗ МЕТОДИК ОЦІНКИ РІВНЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Канд. техн. наук О.В. Розсоха, магістранти М.Є. Конотопська, О.А. Шабатіна, С.З. Вітола

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Канд. техн. наук А.В. Розсоха, магистранты М.Е. Конотопская, О.А. Шабатина, С.З. Витола

ANALYSIS OF METHODS OF ASSESSING THE LEVEL OF SAFETY OF MOVEMENT OF TRAINS ON RAILWAY TRANSPORT

Doctor of Science (Ph.D.) A. Rozsokha, magistrands M. Konotopska, O. Shabatina, S. Vitola

У статті проведено аналіз методів оцінки рівня безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України. Існуючі наукові підходи до його визначення спрямовані на отримання результату за окремою групою показників. Комплексному підходу при оцінці рівня безпеки руху в теперішній час уваги не приділено. Підвищення якості безпеки руху потребує розроблення нових підходів при підготовці чинної системи управління безпекою руху поїздів.

Ключові слова: *безпека руху поїздів, ефективність роботи залізниць, системи управління.*

В статье проведен анализ методов оценки уровня безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте Украины. Существующие научные подходы к его определению направлены на получение результата по отдельной группе показателей. Комплексному подходу при оценке уровня безопасности движения в настоящее время внимания не уделяется. Повышение качества безопасности движения требует разработки новых подходов при подготовке действующей системы управления безопасностью движения поездов.

Ключевые слова: *безопасность движения поездов, эффективность работы железных дорог, системы управления.*

In the article the analysis of methods to assess the level of safety of movement of trains on railway transport of Ukraine. Analysis of the safe movement of trains at all levels of the structure of railway transport of Ukraine is carried out mainly on the basis of the number of accidents committed on the railway network. Traffic safety is a comprehensive indicator that reflects the level of development of technique, technology, work organization, management and economy of railway transport. Existing scientific approaches regarding the determination of the level of security aimed at obtaining results on a separate group of indicators. An integrated approach when assessing the level of safety at the present time attention is not given. Improving the quality of traffic safety requires the development of new approaches in the development of the current system of management of safety of movement of trains based integrated approach.

Keywords: *traffic safety, railway efficiency, control system.*

Вступ. Залізничний транспорт України здійснює значний обсяг пасажирських і вантажних перевезень. На сьогоднішній день стан виробничої бази і технологічний рівень перевезень залізницями за багатьма параметрами не відповідають повною мірою вимогам суспільства, світовим та європейським стандартам якості транспортних послуг.

Одним з важливих чинників, що повинні забезпечити конкурентоспроможність залізничного транспорту на ринку перевезень, є безпека руху. Вона пов'язана із захистом життя й здоров'я пасажирів, забезпеченням цілісності вантажів, охороною навколишнього природного середовища.

Постановка проблеми. Безпека руху на залізничному транспорті є однією з важливих проблем, оскільки без належного її рівня функціонування залізничного сегменту неможливе. В транспортній стратегії України на період до 2020 року йде мова про те, що рівень безпеки не відповідає сучасним вимогам до її забезпечення. Ураховуючи зазначене, актуальними є дослідження, які спрямовані на підвищення рівня безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України [1].

Аналіз досліджень і публікацій. Значний внесок у побудову принципів створення і розвитку теорії безпеки руху залізничного транспорту зробили такі вчені, як Бутько Т.В., Болотний В.Я., Грау Б., Грунтов П.С., Замишляєв О.М., Кобзєв В.А., Кочнєв Ф.П., Лисенков В.М., Модін М.К., Негрей В.Я., Образцов В.М., Правдін М.В., Сапожніков В.В., Сотніков І.Б., Страковський І.І., Шабалін М.Г. та ін. [2-4].

Наукові підходи до визначення рівня безпеки руху на залізничному транспорті були в основному спрямовані на отримання результату за окремою групою показників. Комплексному підходу до оцінки рівня безпеки руху уваги майже не приділялось.

Формулювання мети (постановка завдання). Метою цієї статті є підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту шляхом комплексної оцінки стану безпеки руху. Для цього необхідно розглянути діючі методи її оцінки та визначити напрямки їх удосконалення.

Аналіз існуючих методик оцінки рівня безпеки руху на залізничному транспорті. Згідно з діючим Положенням про систему управління безпекою руху поїздів на залізницях України (Наказ Міністерства інфраструктури України від 01.04.2011 р. за № 27) показниками оцінки стану безпеки руху поїздів є кількість транспортних подій на 1 млн привед. ткм; загиблих на 100 подій; травмованих на 100 подій. У цьому документі зазначено, що з урахуванням значення прийнятного ризику всі підприємства та структурні підрозділи Державної адміністрації залізничного транспорту України, які підлягають нагляду (контролю), належать до одного з трьох ступенів ризику: високого, середнього та низького. Критерії оцінки ступеня ризику затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 17.04.2008 р. № 365, у якій відсутні числові межі ризику та методика їх розрахунку.

При проведенні аналізу на залізницях існують і інші показники, що відображаються у звітах, а саме: кількість виявлених зауважень, які виявлено при перевірках; кількість працівників, яких притягнуто до дисциплінарної відповідальності за результатами перевірок; кількість зауважень, що виявлено при комісійних місячних оглядах; грошові витрати при виникненні транспортних подій та ін. На жаль, при наявності цілого ряду показників комплексно оцінити стан з безпеки руху на полігоні залізниць неможливо, особливо, коли на ряді залізничних станцій за певний період не скоєно транспортних подій.

На російських залізницях у 2009 році затверджено «Методичні рекомендації по застосуванню у ВАТ «РЖД» системи гармонізованих показників для оцінки безпеки руху поїздів та системи організації діяльності по обліку та використанню цих показників» [5]. У тому ж році у ВАТ «РЖД» розроблено методики визначення рівня безпеки руху на основі статистичного аналізу та індексів оцінки ситуації для локомотивного господарства, господарств перевезень та колії [5-8].

У зазначених методиках зроблено акцент на визначення показників допустимого та поточного ризику. Показники допустимого ризику слід розглядати як показники ризику, які можна вважати прийнятними при існуючих суспільних цінностях, та ті, що являють собою оптимальний баланс між рівнем безпеки, вимогами задоволення перевізного процесу, а також такими факторами, як вигідність для користувачів залізничним транспортом, ефективність витрат ВАТ «РЖД» та ін.

Допустимий ризик оцінюється ступенем його відповідності показникам, які характеризують частоту виявлених подій за звітні періоди (виражені відносним числом подій у розрахунку на 1 млн поїзд.км) і згідно з [5] знаходиться за формулою

$$P_R = \frac{C_N}{\Pi_N \cdot R_N}, \qquad (1)$$

де C_N – загальне число транспортних подій у відповідному господарстві за звітний період N; Π_N – загальне число поїздо-кілометрів за розрахунковий період N, млн поїзд.км; R_N –

значення цільових показників безпеки руху за розрахунковий період *N* [5].

Дана методика не дає змоги визначити фактори, що впливають на рівень безпеки, а це не дає можливості для розроблення відповідних заходів, які направлені на підвищення безпеки перевізного процесу.

Більш сприятливою для практичної реалізації є методика визначення рівня безпеки руху на основі статистичного аналізу та індексів оцінки ситуації [5-8]. Визначення індексів оцінки ситуації виконується в п’ять етапів. Необхідно розуміти, що тільки за допомогою оцінки впливу факторів на виникнення транспортних подій неможливо запобігти виникненню всіх транспортних подій. Це пов'язано в першу чергу з тим, що наявність навіть одного фактора може обумовити виникнення випадку транспортної події. Якщо ж розглядати не поодинокі випадки, а сукупність транспортних подій у цілому по господарству, то можна сказати, що оцінка впливу факторів дає змогу визначити концентрацію транспортних подій у вигляді найбільш вірогідної безлічі. Саму ж практичну роботу із запобігання виникненню транспортних подій можна буде організувати виключно за тими їх видами, вплив на які надають певні, чітко вимірювані фактори, наявність або відсутність яких може бути зафіксовано в рамках діючих технологій.

Якість оцінки впливу факторів на виникнення транспортних подій багато в чому залежить від ступеня достовірності первинної інформації. При відсутності (або недостовірності) первинних даних про поточний стан впливу факторів підсумкові висновки про небезпеку виникнення транспортних подій того чи іншого виду у відповідному структурному підрозділі будуть недостовірними. Дана методика також не знайшла практичного застосування на підприємствах залізничного транспорту Росії. Перш за все перешкодою до реалізації методик на підприємствах господарств перевезень, колії та локомотивного є недостатність статистичного матеріалу. Однак навіть при його наявності є цілий ряд інших причин, що роблять методики мало придатними, до яких належать такі:

- не прописана процедура встановлення рейтингів для виділених факторів;
- не прописаний алгоритм розрахунків;
- відсутня методологічна єдність (передбачені різні підходи в кожній з методик при розрахунку гранично допустимого рівня);
- не прописана процедура розрахунку коефіцієнта (ваги) впливу групи на появу тієї чи іншої події. Значення коефіцієнта повинно обов'язково мати обгрунтування, а також повинен бути встановлений період їх перегляду;
- логічна невідповідність між факторами груп «Тополого-технологічні і кліматичні фактори», «Технічні фактори», де ставиться питання «Що призводить до виникнення події?», та факторами групи «Кількість транспортних пригод», де передбачається запитання «Скільки відбулося?».

Зазначені вище причини роблять дану методику незручною у практичному застосуванні, не дають можливості отримання порівняльної та узагальненої картини в цілому. Також у даній методиці відсутні розрахунки наслідків подій при розрахунку оцінки ситуації.

На підставі цього необхідний інший методичний підхід, що усуває перешкоди до реального його використання, робить його в рівній мірі прийнятним для різних підприємств і господарств залізниці.

Висновки. Аналіз стану безпеки руху поїздів на всіх рівнях структури залізничного транспорту України проводиться в основному на підставі кількості транспортних подій, що скоєно на мережі залізниць. Безпека руху є комплексним показником, який відображає рівень розвитку техніки, технології, організації праці, управління та економіки залізничного транспорту. Існуючі наукові підходи щодо визначення рівня безпеки спрямовані на отримання результату за окремою групою показників. Комплексному підходу при оцінці рівня безпеки руху в теперішній час уваги не приділено. Підвищення якості безпеки руху потребує розроблення нових підходів при підготовці чинної системи управління безпекою руху поїздів з урахуванням комплексного підходу [9-10].

Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-р.

2. Лисенков, В.М. Статистическая теория безопасности движения [Текст] / В.М. Лисенков. − М.: ВИНИТИ РАН, 1999. − 325 с.

3. Лисенков, В.М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов [Текст] / В.М. Лисенков. − М.: Транспорт, 1992. − 192 с.

4. Горелик, А.В. Модель оценки безопасности систем железнодорожной автоматики по параметрам движения поездов [Текст] / А.В. Горелик, Н.А. Тарадин, П.А. Неваров // Наука и техника транспорта. − 2008. − № 4. − С. 30-36.

5. Распоряжение ОАО «РЖД» № 562р от 20.03.2009 г. Методические рекомендации по применению в открытом акционерном обществе «Российские железные дороги» системы гармонизированных показателей для оценки безопасности движения поездов и системы организации деятельности по учету и использованию этих показателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.samgups.ru/pod/kafedr/kafiue/bp/informatsionnyy_tsentr/strategiya_obespecheniya_garantirovannoy_bezopasnosti_i_nadezhnosti/rasporyazhenie_562.PDF.

6. Методика определения уровня безопасности движения на основе статистического анализа и индексов оценки ситуации для хозяйства перевозок ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://railway.kanaries.ru/index.php?act=attach&type=post&id=18468.

7. Методика определения уровня безопасности движения на основе статистического анализа и индексов оценки ситуации для локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://railway.kanaries.ru/index.php?act=attach&type=post&id=18468.

8. Методика определения уровня безопасности движения на основе статистического анализа и индексов оценки ситуации для путевого хозяйства ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://railway.kanaries.ru/index.php?act=attach&type=post&id=18468.

9. Розсоха, О.В. Аналіз функціонування системи управління безпекою руху поїздів на залізницях України [Текст] / О.В. Розсоха, М.В. Люлін, О.В. Щербина // Залізничний транспорт України. – 2013. – № 5/6. – С. 21-25.

10. Замышляев, А.М. Повышение безопасности движения на основе комплексной оценки состояния инфраструктуры железнодорожной станции [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.22.08 / А.М. Замышляев. – М., 2005. – 291 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Розсоха Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.
Конотопська Марина Євгенівна, Шабатіна Олена Анатоліївна, Вітола Соломія Зіновіївна, магістранти кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.

Rozsokha Olexandr, Associate Professor, Doctor of Science (Ph.D.), Ukraine State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.
Konotopska Maryna, Shabatina Olena, Vitola Solomiya, magistrands of Chair «Railway Stations and Junctions», Ukraine State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.

Стаття прийнята 02.07.2015р.

УДК 656.073.235

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРИКОРДОННОЇ ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

Канд. техн. наук В.В. Петрушов, магістр Н.В. Бочило

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ПРИГРАНИЧНОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ СТАНЦИИ

Канд. техн. наук В.В. Петрушов, магистр Н.В. Бочило

IMPROVEMENT WORK TECHNOLOGY OF BORDER TRANSFER STATION

Cand. of techn. sciences V.V. Petrushov, master N.V. Bochilo

У статті розглянуто питання процедури передавання вантажів через кордони України. Запропоновано методи удосконалення технологій митного контролю та оформлення вантажів, що виконуються на прикордонних передавальних станціях.

***Ключові слова**: прикордонна передавальна станція, митні операції, простій.*

В статье рассмотрен вопрос процедуры передачи грузов через границы Украины. Предложены методы усовершенствования технологий таможенного контроля и оформления грузов, которые выполняются на приграничных передаточных станциях.

***Ключевые слова**: приграничная передаточная станция, таможеные операции, простой.*

In the article the question of procedure of transferrableness of loads through the borders of Ukraine is considered . The methods of improvement of technologies of custom control and registration of loads that is executed on the frontier transmission stations are offered. One of the main goals of the border transfer station is timely ignoring international trains. The need to ensure the competitiveness of Railways, improve work efficiency, reduce downtime on the edge of the transfer stations.

The article deals with the methods of reducing idle time of cars on transmitting stations passing through customs only one that significantly reduces the downtime of wagons for customs operations. Significant reduction of time of customs and basic operations at border stations, transmission should occur by changing the process by combining some operations that can be performed in parallel.

***Keywords**: border transfer station, customs operations, detention car.*

Вступ. Прикордонна передавальна станція здійснює повний перелік операцій у взаємодії з митною, прикордонною та іншими державними контролюючими службами. Згідно з наказом Укрзалізниці від 20.10.1997 р. № 265/Ц [4] станція передачі має бути організована на базі найближчої до кордону сортувальної або дільничної станції. Основні операції, які виконуються на прикордонних передавальних станціях, такі: митний контроль перевізних документів, наявність ліцензій і дозволу на право ввезення та вивезення вантажу, вибіркова перевірка вантажів у поїздах; прикордонний контроль поїздів; фітосанітарний, екологічний, карантинно-епідеміологічний контроль; технічний контроль справності вагонів; перевірка кількості та номерів перевізних засобів, що передаються; огляд комерційного стану вагонів (цілісність пломб, запірно-пломбувальних пристроїв (ЗПП), правильність навантаження та кріплення вантажу тощо); засвідчення конторою передач факту передачі поїздів, вагонів та контейнерів; здійснення транспортно-експедиційною конторою контролю за пропуском транзитних вантажів; облік станційним технологічним центром (СТЦ) переходу поїздів, вагонів та контейнерів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням удосконалення технології роботи прикордонних станцій присвячено чимало досліджень сучасних науковців. У роботі [5] розглянуто питання підвищення ефективності роботи

прикордонних станцій за рахунок упровадження нових методів управління технологічними процесами на базі інформаційно-керуючих технологій. У [6] йдеться про впровадження комплексних заходів з удосконалення технології управління вагонопотоками на прикордонних станціях, зокрема при виконанні додаткової маневрової роботи із затриманими вагонами. Робота [7] пропонує методику кореляційного і регресійного аналізу для визначення ступеня взаємозв'язку між основними факторами ризику і числом затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях в умовах упровадження системи управління ризиками (СУР).

Аналіз технології передавання даних для кожного з варіантів пропуску вантажопотоків та доцільність використання системи SUW-2000 для вантажних перевезень [8]. Стаття [9] розглядає пріоритетні напрямки досліджень роботи залізничних пунктів пропуску з метою скорочення терміну доставки експортно-імпортних вантажів.

Отже, тема удосконалення прикордонних передавальних станцій є актуальною.

Постановка проблеми. Ефективність організації міжнародних перевезень вантажів значно залежить від злагодженої організації роботи прикордонної передавальної станції. При виконанні операцій, які виконуються на прикордонних передавальних станціях, можливі затримки вагонів з таких причин:

- збільшення тривалості митних та прикордонних операцій;
- неякісне оформлення перевізних документів;
- технічні та комерційні несправності вагонів;
- відчеплення вагонів, затриманих прикордонними, митними, санітарно-карантинними, ветеринарними та іншими органами;
- тимчасове закриття кордону;
- непрофесійність роботи прикордонних та митних служб.

Для якісної роботи та швидкої переробки вагонів виникає необхідність в удосконаленні технологій роботи прикордонних передавальних станцій.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розгляд технології роботи прикордонних передавальних залізничних станцій та покращення їх роботи за рахунок удосконалення процесу обробки вантажопотоків.

Виклад основного матеріалу. Залізниці України у 2014 році перевезли 389,7 млн т вантажів, що менше ніж у 2013 році на 12,2 %. У внутрішньому сполученні перевезено 182,6 млн т, імпортні перевезення становлять 36,2 млн т, експортні – 141,3 млн т, транзитні – 29,5 млн т. При цьому внутрішні перевезення зменшилися на 20,3 %, експорт – на 2,9 %, транзит – на 13,3 %. Імпортні перевезення зросли на 3,7 %. Імпортних вантажів ввезено в Україну залізничним транспортом понад 36 млн т (у 2013 році – близько 35 млн т) – збільшення на 3,7 %. В імпортному сполученні зросли обсяги перевезень кам'яного вугілля (на 6,7 %); нафти і нафтопродуктів (майже на 20 %); хімічних і мінеральних добрив (на 80,5 %), зерна і зернових (на 33,1 %), коксу (в 2,2 рази), солі (на 14,3 %). Вивезено на експорт упродовж 2014 року 141,3 млн т, що на 2,9 % менше ніж у 2013 році, коли залізниці перевезли 145,5 млн т. Зменшення відбулося в основному за рахунок кам'яного вугілля (на 23,2 %), нафти і нафтопродуктів (на 3,3 %), чорних металів (на 9,4 %), хімічних і мінеральних добрив (на 37,5 %). При цьому збільшилися обсяги перевезень руди залізної і марганцевої (на 8,8 %), зерна і продуктів помелу (на 11,7 %) та лісних вантажів (на 9,5 %). Обсяги перевезень транзитних вантажів у минулому році склали 29,5 млн т, що на 13,3 % менше ніж у 2013 році, коли було перевезено 34,0 млн т. Обсяги транзиту впали за рахунок нафти і нафтопродуктів (на 22,5 %), вугілля (на 5,5 %), хімічних і мінеральних добрив (на 30,5 %) та хімікатів (на 28,9 %) [3].

Зважаючи на зменшення загальних показників роботи залізничного транспорту, виникає необхідність :

- підвищення конкурентоспроможності та потенціалу залізничного транспорту на ринку транспортних послуг;
- залучення додаткових вантажопотоків на територію України;
- розширення географії міжнародних проектів за участю залізниць України;
- удосконалення тарифної політики Укрзалізниці;
- технічне переоснащення;
- удосконалення перевізного процесу за рахунок сучасних технологій;

- сучасне облаштування прикордонних переходів [2].

Для злагодженої роботи прикордонних станцій особливо важливе значення у першу чергу має узгодженість взаємодії прикордонної, митної та залізничної служб, а також чітке дотримання домовленостей із сусідніми країнами про приймання поїздів. Тільки комплексне вирішення пов'язаних з цим питань дає змогу збільшити пропуск вагонів і вантажів через прикордонні переходи.

Багато часу витрачається на оформлення перевізних документів. Для того, щоб скоротити час оформлення та при перетинанні кордону не переоформлювати документи, була створена залізнична накладна ЦІМ/СМГС, як основний перевізний документ. Ця накладна не потребує переоформлення при перетинанні кордону і є електронною копією транзитної декларації, що значно спрощує процедуру митного оформлення вантажу.

Скорочення часу передачі вагонів можна досягти проведенням митного огляду лише один раз на території країни, що здає вантаж, за участю працівників обох суміжних залізниць. Для цього перевізник має пред'явити акт огляду митного органу відправлення та цілісність пломб, кузовів, контейнерів. Для втілення таких заходів на залізницях сусідніх країн мають існувати однакові вимоги та нормативи щодо технічного стану вагонів і порядку його контролю. З цією метою потрібно уніфікувати відповідні технічні вимоги сусідніх країн та їх залізниць.

Підвищити якість та швидкість обслуговування затриманого вагонопотоку на станції можливо за рахунок проведення операцій з вагонами на території, оснащеній відповідними спеціальними спорудами та пристроями. На деяких прикордонних станціях доцільно було б спорудити пункти митного контролю, що значно спрощує роботу з вагонопотоком [10].

Для прискорення обміну даними, що пов'язані з перевезенням вантажів, доцільне впровадження новітніх інформаційних систем, що забезпечать взаємодію різних електронних систем окремих залізниць.

Висновок. У сучасних міжнародних вантажних перевезеннях залізничний транспорт може відігравати провідну роль. Для цього необхідно підвищити конкурентоспроможність на ринку. Особливе значення має приділятися скороченню часу виконання митних та основних операцій на прикордонних передавальних станціях за рахунок змінення технологічного процесу шляхом поєднання деяких операцій, які можуть виконуватися паралельно. Також потрібно вдосконалити інформаційне забезпечення перевізного процесу на станціях, що призведе до значного спрощення процесу передачі вантажопотоків на залізниці сусідніх держав.

Список використаних джерел

1. Альошинський, Є.С. Напрямки удосконалення роботи прикордонних передавальних залізничних станцій на кордонах з країнами СНД [Текст] / Є.С. Альошинський, Н.В. Колесникова // Вісник ХПІ. – 2009. – № 15. – С. 29-34.

2. Обухова, А.Л. Аналіз та пропозиції щодо удосконалення технології роботи прикордонних передавальних станцій [Текст] / А.Л. Обухова, В.О. Бакун // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 144. – С. 10-14.

3. У 2014 році залізниці України перевезли 389,7 млн тонн вантажів [Електронний ресурс]: офіційний веб-сайт Укрзалізниці. – Режим доступу: http://uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/397668.

4. Згідно з наказом Укрзалізниці від 20.10.1997 р. №265/Ц [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://poizd.uz.ua/53-texnologichnij-proces-roboti-peredavalnoyi-stanciyi.html.

5. Бауліна, Г.С. Удосконалення інформаційно-керуючої системи прикордонної передавальної станції на основі застосування інтелектуальних технологій [Текст] / Г.С. Бауліна // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2011. – Вип. 25. – С. 39-44.

6. Бауліна, Г.С. Дослідження процесу виконання маневрової роботи із затриманими вагонами на прикордонних залізничних станціях [Текст] / Г.С. Бауліна // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2013. – Вип. 33. – С.20-25.

7. Альошинський, Є.С Аналіз надійності процедури пропуску міжнародного вантажопотоку через прикордонні передавальні станції в умовах впровадження системи управління ризиками (СУР)

[Текст] / Є.С. Альошинський // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. – С.17-24.

8. Нестеренко, Г.І. Удосконалення технології пропуску вантажопотоків через прикордонні передавальні станції [Текст] / Г.І. Нестеренко, А.І. Кузьменко // Вісник Академії митної служби України. Серія "Технічні науки". – 2011. – № 2 (46). – С.23-29.

9. Нестеренко, Г.І. Прикордонні перевантажувальні станції у логістичних системах транспортування міжнародних вантажопотоків [Текст] / Г.І. Нестеренко // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2006. – Вип. 11. – С. 122-125.

10. Альошинський, Є.С. Координація роботи сортувальних станцій України при обслуговуванні міжнародних вантажних вагонопотоків [Текст] / Є.С. Альошинський, К.В. Головастікова, Н.С. Лихачова // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 112. – С. 12-17.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Петрушов Василь Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057)730-10-88.
E-mail: vv181@mail.ru.
Бочило Наталія Вікторівна магістр кафедри управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: bochilo-natalia@mail.ru. Тел. +380634081451.

Petrushov Vasyl, candidate of Science, Department of management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport.Tel.: (057)730-10-88. E-mail: vv181@mail.ru.
Bochilo Natalia, master of management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: bochilo-natalia@mail.ru, +380634081451.

Стаття прийнята 05.10.2015 р.

УДК 656.022:656.081

ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Канд. техн. наук С.І. Музикіна

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Канд. техн. наук С.И. Музыкина

FORMING PREDICTION MODELS CONSEQUENCES OF APPEARANCE OF EMERGENCIES AT RAILWAY TRANSPORT IN CARRIAGE OF DANGEROUS GOODS

Cand. of techn. sciences S.I. Muzykina

У даній статті сформована модель прогнозування наслідків виникнення надзвичайних ситуацій з небезпечними вантажами на залізничному транспорті. В дослідженні використано підхід до побудови моделі прогнозування на основі логіко-лінгвістичних висловлювань, які описують складний процес розвитку аварійної ситуації у вигляді експертних правил з використанням нечіткої логіки. Для формалізації логіко-лінгвістичного опису розвитку та наслідків аварії в дослідженні запропоновано використати спосіб подання знань на основі ієрархічного нечіткого логічного висновку.

Ключові слова: *небезпечні вантажі, аварійна ситуація, прогнозування, модель, нечітка логіка.*

В данной статье сформирована модель прогнозирования последствий возникновения чрезвычайных ситуаций с опасными грузами на железнодорожном транспорте. В исследовании использован подход к построению модели прогнозирования на основе логико-лингвистических высказываний, которые описывают сложный процесс развития аварийной ситуации в виде экспертных правил с использованием нечеткой логики. Для формализации логико-лингвистического описания развития и последствий аварии в исследовании предложено использовать способ представления знаний на основе иерархического нечеткого логического вывода.

Ключевые слова: *опасные грузы, аварийная ситуация, прогнозирование, модель, нечеткая логика.*

In this article formed the model predict the consequences of appearance of emergencies with dangerous goods on the railway transport. The study used an approach to building a prediction model based on logical and linguistic expressions that describe the complex process of development of emergency in the form of expert rules using fuzzy logic. To formalize logical-linguistic description of the development and consequences of emergencies in the study proposed use knowledge representation method based on hierarchical fuzzy logical inference, represented as a tree, which consists of five interrelated knowledge bases. The proposed model can be the basis for the formation of the system of operational management transportation of dangerous goods and will allow expand a set of tasks of information-control system of planning and management transportation of dangerous goods on the railways of Ukraine. The result of forecasting is to determine parameters that allow to evaluate the spatial characteristics of emergency, and as a result, execute modeling cascade of emergencies. For spatial bindings of prediction results in the study assumed availability of coordinates of location all wagons on station and district.

Keywords: *dangerous goods, emergency situation, predicting, model, fuzzy logic.*

Вступ. Ефективна реалізація плану перевезень небезпечних вантажів (НВ) на тактичному рівні залежить від організації та контролю процесів виконання поставлених завдань на рівні оперативного управління [3]. Прийнятий варіант перевезення вагонів з небезпечними вантажами на рівні плану формування вантажних поїздів не виключає організаційних помилок при оперативному управлінні, що можуть привести до транспортної події. Залежно від правильності прийнятих оперативних рішень диспетчерським персоналом при виникненні нестандартної ситуації можливим є зменшення наслідків або навіть уникнення аварії, що дозволить лише затримати вагони в процесі перевезення.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Під аварійною ситуацією слід розуміти умови, які відмінні від умов нормального перевезення вантажів, пов'язані із загорянням, витіканням, розсипанням небезпечного вантажу, пошкодженням тари або рухомого складу з небезпечним вантажем і можуть призвести чи призвели до вибуху, пожежі, отруєння, опромінення, захворювань, опіків, обморожень, загибелі людей і тварин, небезпечних для природного середовища наслідків, а також випадки, коли в зоні аварії на залізниці виявилися вагони, контейнери або вантажні місця з небезпечними вантажами [8]. Проведення моделювання розвитку аварії дає можливість отримати більше інформації про аварію, що дозволить диспетчерському персоналу приймати правильні рішення в початковій стадії організації відновлення руху та ліквідації наслідків аварії з небезпечними вантажами, визначити, скільки необхідно відправити до місця робіт відновних поїздів, інших технічних засобів і матеріалів, яку вибрати послідовність ведення робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У розвиток досліджень щодо розробки систем планування та оперативного управління на залізничному транспорті зробили великий внесок такі вчені та практики: A.J. Bourne, R.E. Barlow, H.C. Green, H. Kumamoto, F.N. Proschan, R. Batta, В.М. Акулінічєв, В.Н. Андросюк, А.Г. Базазьян, Т.В. Бутько,

П.С. Грунтов, В.М. Самсонкін, І.В. Мартинюк, А.М. Островський та інші.

Питанням забезпечення безпеки перевезень небезпечних вантажів на основі зниження ризиків та уникнення тяжких наслідків від виникнення транспортних подій на маршрутах прямування составів присвячені роботи І.В. Мартинюка [5,6]. Автором розроблена методологія оцінки ризиків виникнення транспортних подій та економічних збитків від них для залізничного транспорту та конкретних маршрутів перевезення небезпечних вантажів. Дані дослідження підтверджують, що система безпеки на залізничному транспорті повинна ґрунтуватися на концепції "прийнятного" ризику. Автором запропонована статистична модель безпеки руху поїздів, але недоліком такого підходу визначення ймовірності виникнення подій для розрахунку ризиків є неповнота та недостовірність статистичних даних. За таких умов необхідним є пошук нових методів визначення імовірностей на основі аналізу причинно-наслідкових зв'язків різних подій при перевезенні вантажів з НВ.

В роботі [2] наводиться модель оперативного управління процесом просування вагонів з небезпечними вантажами в підсистемі «технічна станція – прилегла дільниця» на базі нечіткої ситуаційної мережі. Запропонована модель дозволяє зменшити ризики виникнення можливої транспортної події під час поїзної та маневрової роботи, використовуючи інтелектуальну підтримку планування на оперативному рівні.

Для вирішення актуального науково-прикладного завдання вибору найменш безаварійного маршруту прямування вагонів з НВ в роботі [1] запропонована двоетапна математична модель, ідея якої полягає у послідовному використанні процедури Йєна-Флойда. Для вибору множини можливих маршрутів прямування вагонів з НВ та пошуку оптимального маршруту на основі мінімізації ризиків в даній моделі була використана теорія ігор.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою статті є формування моделі прогнозування наслідків виникнення надзвичайних ситуацій з небезпечними вантажами на залізничному транспорті. Завдання прогнозування наслідків виникнення аварійних ситуацій є дуже складним та слабкоструктурованим, інформацію про процес розвитку аварійної ситуації можливо отримати лише у лінгвістичній формі на основі теоретичних знань про взаємозв'язок факторів і наслідків події та практичного досвіду розвитку аварійної ситуації (АС). За таких умов у дослідженні використано підхід до побудови моделі прогнозування на основі логіко-лінгвістичних висловлювань, які описують складний процес розвитку АС у вигляді експертних правил з використанням нечіткої логіки.

Основна частина дослідження. Для формалізації логіко-лінгвістичного описання розвитку та наслідків аварії в дослідженні запропоновано використати спосіб подання знань на основі ієрархічного нечіткого логічного висновку у вигляді дерева (рис. 1), яке складається з п'яти взаємопов'язаних баз знань.

Ієрархічна база знань описує причинно-наслідкові зв'язки між вхідною інформацією про надзвичайну ситуацію, що виникла з небезпечними вантажами, параметрами розвитку події та інформацією про наслідки цієї події.

Перевагою такого подання є можливість описати складні багатовимірні залежності розвитку надзвичайної ситуації на основі бази знань з невеликою кількістю нечітких правил. Відповідно до досліджень [9] такий підхід дозволяє подолати "прокляття розмірності" завдання. Використання для баз знань нечіткого висновку типу Мамдані дозволяє реалізувати машину нечіткого логічного висновку за ієрархічною базою знань без операцій дефазифікації і фазифікації для проміжних змінних [10].

Ієрархічна база знань нечіткої моделі прогнозування наслідків виникнення надзвичайних ситуацій складається із п'яти баз знань $(\mathrm{f1}, \mathrm{f2}, .., \mathrm{f5})$, які є згортками факторів, що впливають на розвиток АС. Перша модель бази знань $(\mathrm{f1})$ складається з п'яти входів та одного виходу, що описує можливість вибуху при аварії. Вихідний параметр описується лінгвістичними змінними (ЛЗ) $\lambda_1 =$ "вибух" з відповідною терм-множиною $H_{\lambda_1} = \{низька, середня, висока\}$, що характеризує потужність потенціального вибуху.

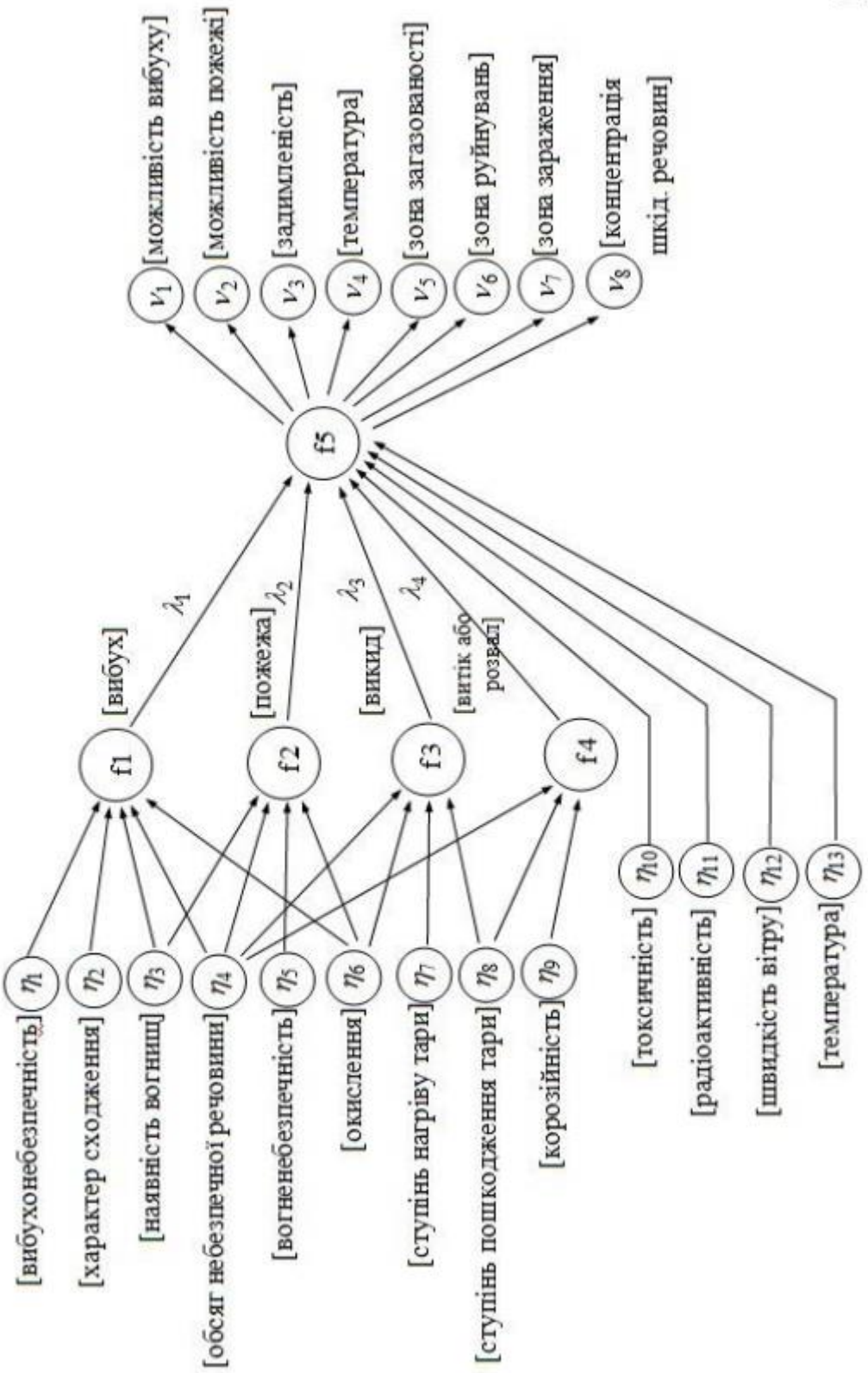


Рис. 1. Ієрархічна база знань нечіткої моделі прогнозування наслідків виникнення аварійних ситуацій

Тоді як вхідними ЛЗ моделі прогнозування f1 є $\eta_1 =$ "вибухонебезпечність" [7], що характеризує основну властивість небезпечної речовини, яка впливає на потужність вибуху; $\eta_6 =$"окиснення" дана властивість на відміну від вогненебезпечних матеріалів не вимагає наявності додаткового кисню для горіння, а має його надлишок, який вони можуть віддавати іншим речовинам, тим самим підтримуючи або викликаючи пожежу або вибух. Кожна з цих ЛЗ має терм-множину $H_{\eta_{1,6}} = \{низький, середній, високий\}$, що характеризує рівень властивості, яку описує.

Однією із причин вибуху є саме механічні пошкодження тари вагона, які з'являються в момент виникнення події сходження або зіткнення. Залежно від тяжкості сходів імовірність вибуху збільшується в декілька разів. Кожну з цих подій можна описати ЛЗ $\eta_2 =$"характер сходження", що характеризується терм-множиною $H_{\eta_2} = \{одним\ візком, всіма\ візками, перекиданням, складним\ завалом\}$ за умовами визначення складності ситуації, що оцінюється експертно.

На можливість виникнення вибуху також впливають обсяги небезпечної речовини , що знаходяться у вагонах з НВ. Кількісно оцінити небезпечну речовину можна за допомогою ЛЗ $\eta_4 =$ "обсяг небезпечної речовини", що характеризується терм-множиною $H_{\eta_4} = \{незначна, середня, велика\}$ в тротиловому еквіваленті. Окрім вищенаведеної інформації, важливо знати, чи існують джерела займання на об'єкті управління під час виникнення аварійної ситуації. Отже ЛЗ $\eta_3 =$"наявність вогнищ" з терм-множиною $H_{\eta_3} = \{існує, не\ існує\}$.

Вихідною змінною другої моделі (f2) є ЛЗ $\lambda_2 =$ "пожежа" з терм- множиною, що описує складність можливої пожежі на об'єкті управління пожежі $H_{\lambda_1} = \{низька, середня, висока\}$. Входами даної нечіткої моделі є ЛЗ $\eta_5 =$ "вогненебезпечність", що характеризує властивість займання речовини, а також ЛЗ з відповідними терм-множинами, які використовувались у попередній моделі, зокрема: $\eta_6 =$"окиснення", $\eta_4 =$ "обсяг небезпечної речовини", $\eta_3 =$"наявність вогнищ".

Третя база знань (f3) складається з чотирьох входів та одного виходу з ЛЗ $\lambda_3 =$ "викид", з терм-множиною $H_{\lambda_3} = \{низька, середня, висока\}$, що описує можливість виникнення на об'єкті управління викиду в атмосферу небезпечної речовини. Найчастіше речовини, які здатні до різкого об'ємного розширення, є стисненими або зрідженими газами. Однією з причин розгерметизації ємності, що призводить до викиду, є підвищення надлишкового тиску під впливом нагріву тари. Для обліку даної інформації в моделі використана ЛЗ $\eta_7 =$ "ступінь нагріву тари" з терм-множиною $H_{\lambda_7} = \{низька, середня, висока\}$. Важливо також мати інформацію про стан тари, в якій знаходиться НВ. Для формалізації цієї інформації використано ЛЗ $\eta_8 =$"ступінь пошкодження тари" з терм-множиною $H_{\eta_8} = \{незначна, середня, велика\}$. Окрім вищевказаних змінних, використані як входи також ЛЗ $\eta_4 =$ "обсяг небезпечної речовини" та $\eta_6 =$"окиснення" з відповідними терм-множинами.

Четверта база знань (f4) складається з трьох входів та одного виходу з ЛЗ $\lambda_3 =$ "витік або розвал" з терм-множиною, яка описує масштаб виникнення витоку або розвалу небезпечної речовини, $H_{\lambda_3} = \{низька, середня, висока\}$, що визначається відповідним обсягом. Причиною витоку або розвалу вантажу може бути здатність речовини до корозії, що призводить до руйнувань упаковки вантажів, рухомого складу або верхньої будови колії. Для описання цієї властивості використано ЛЗ $\eta_9 =$ "корозійність" з терм-множиною $H_{\eta_{19}} = \{низька, середня, висока\}$, що визначається ступенем корозійності H_B в інтервалі [0;1]. Наступними двома входами є $\eta_4 =$ "обсяг небезпечної речовини" та

η_8 =“ступінь пошкодження тари” з відповідними терм-множинами.

П’ята база знань ($f5$) складається з восьми входів та шести виходів, що моделюють наслідки надзвичайної ситуації. Перші чотири входи є виходами попередніх баз знань, крім того, до моделі надходить інформація про такі характеристики речовини, як токсичність та радіоактивність, що подані однойменними ЛЗ η_{10} = “токсичність” та η_{11} =“радіоактивність” з відповідними терм-множинами $H_{\eta_{10,11}} = \{низька, середня, висока\}$. Наслідки АС знаходяться в тісному взаємозв’язку із зовнішніми факторами, до яких слід віднести швидкість вітру та температуру з однойменними вхідними ЛЗ та терм-множинами $H_{\eta_{12,13}} = \{низька, середня, висока\}$.

Виходами моделі є прогнозні параметри ν_1 = “можливість вибуху”, ν_2 = “можливість пожежі”, ν_3 = “задимленість”, ν_4 = “температура”, ν_5 = “зона руйнувань”, ν_6 = “зона загазованості”, ν_7 = “зона зараження”. Для характеристики вхідних параметрів ν_{1-4} запропоновано використати терм-множину $H_{\nu_{1-4}} = \{низька, середня, висока\}$. Для вхідних параметрів ν_{5-7} для спрощеної оцінки в роботі передбачено, що зони ураження наведені у вигляді кола, а вихідним прогнозним параметром є його площа, вимірювана в квадратних метрах.

Відповідно до роботи [7] зону руйнувань, загазованості та зараження можна описати за допомогою терм-множини $H_{\nu_{5,6,7}} = \{незначна, середня, велика\}$, область визначення якої наведена у вигляді величини площі зони, що вимірюється в квадратних метрах.

Для опису ступеня токсичності аварійно хімічно небезпечної речовини при дії на людей використано вихідну ЛЗ ν_8 = “концентрація шкідливих речовин” з терм-множиною $H_{\nu_8} = \{порогова, вражаюча, смертельна\}$. Згідно з роботою [4] порогова концентрація викликає початкові симптоми ураження у 50 % людей, що знаходяться в зоні загазованості; вражаюча – тяжкі ураження (отруєння) у 50 % людей; смертельна (летальна) – смертельний результат у 50 % уражених. Концентрацію шкідливих речовин у повітрі зони загазованості запропоновано вимірювати в міліграмах на кубічний метр.

Результатом прогнозування є визначення параметрів, які дозволяють оцінити просторові характеристики АС, і, як наслідок, виконати моделювання каскаду надзвичайних ситуацій (рис. 2). Для просторової прив’язки результатів прогнозування в роботі передбачається наявність координат знаходження всіх вагонів на станції та дільниці. Це дозволить оцінити наслідки впливу факторів ураження на сусідні об’єкти з урахуванням їх взаємного розташування.

Співставляючи координати вагона з НВ, де виникла надзвичайна подія, з координатами інших вагонів з НВ в межах станції (дільниці), формалізовано ланцюгову реакцію розповсюдження аварії. Вихідні параметри моделювання наслідків АС є входом до ієрархічного нечіткого логічного висновку, що описує наслідки АС вагонів, які опинились в зоні руйнування. За такою ж схемою моделювання вихід попередньої моделі є входом для наступної. На кожному кроці моделювання розвитку каскаду аварійних ситуацій використовується одна й та сама модель ієрархічного нечіткого логічного висновку.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. В межах структури функціонування нечіткої ситуаційної мережі запропоновано використовувати для прогнозування наслідків виникнення надзвичайних ситуацій математичну модель на основі логіко-лінгвістичних висловлювань, яка описує складний процес розвитку аварійної ситуації у вигляді експертних правил за допомогою нечіткої логіки. Розроблений за таким підходом ієрархічний нечіткий логічний висновок, що подається у вигляді дерева, яке складається з п’яти взаємопов’язаних баз знань, дозволяє оцінити можливість виникнення вибуху, пожежі, викиду, витоку або розвалу та основні параметри, що характеризують наслідки надзвичайної ситуації.

Запропонована модель може бути основою для формування системи оперативного управління перевезеннями небезпечних вантажів і дозволить розширити

комплекс завдань інформаційно-керуючої системи планування та управління перевезеннями небезпечних вантажів на залізницях України.

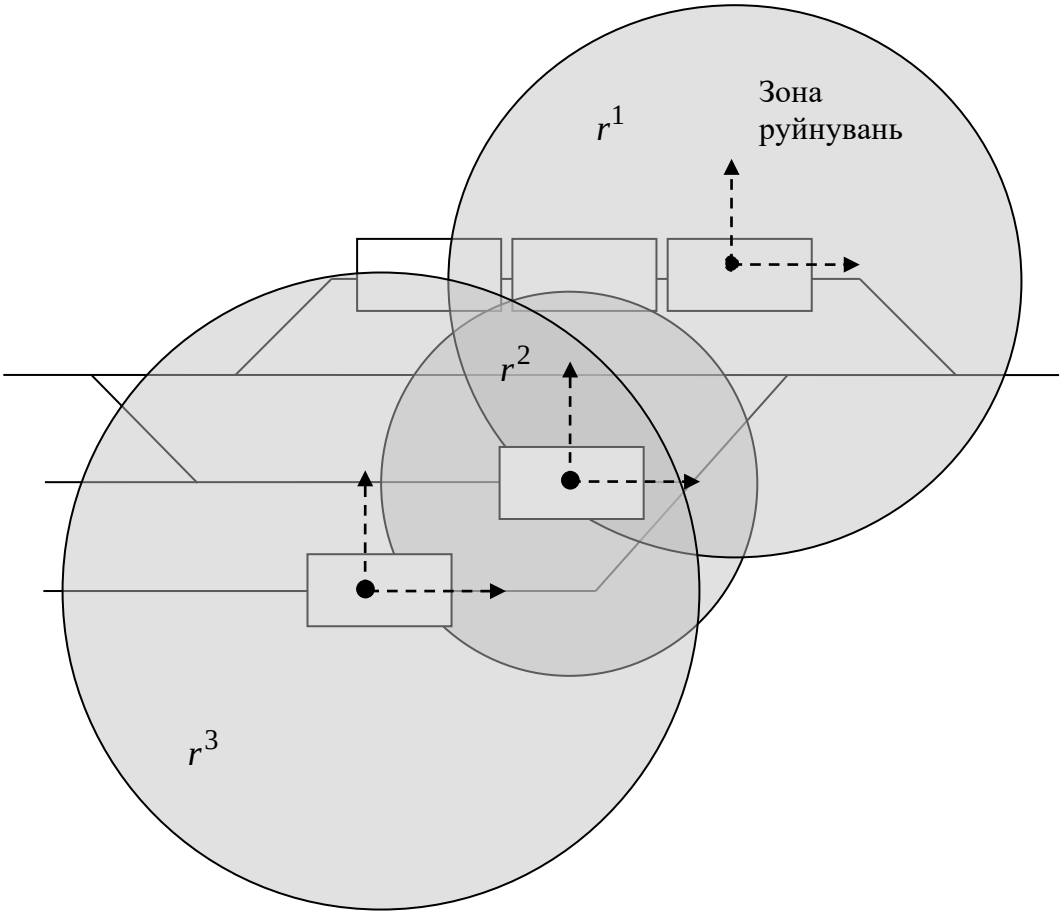


Рис. 2. Схема розвитку наслідків виникнення аварійної ситуації

Список використаних джерел

1. Бутько, Т.В. Формування математичної моделі планування маршрутів слідування вагонів з небезпечними вантажами в умовах ризику [Текст] / Т. В. Бутько, А. В. Прохорченко, С. І. Музикіна// Вісник Східно-українського національного університету ім. Володимира Даля. – 2012. – №3(174). – С.18–23.

2. Бутько, Т.В. Формування моделі оперативного управління процесом просування вагонів з небезпечними вантажами в підсистемі “технічна станція – прилегла дільниця” на базі нечіткої ситуаційної мережі [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, С.І. Музикіна // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал. – 2012. – Вип. 3. – С. 3-8.

3. Енглезі, І.П. Щодо визначення найбезпечнішого маршруту руху при перевезенні небезпечних вантажів [Текст] / І.П. Енглезі // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – Донецьк, 2012. – Вип. 1. – С. 14-19.

4. Желібо, Є.П. Безпека життєдіяльності [Текст]: навч. посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / Є.П. Желібо, Н.М. Заверуха, В.В. Зацарний. – К.: «Каравела», 2003.

5. Мартынюк, И.В. Выбор критериев сравнения оценок риска по различным маршрутам перевозки опасных грузов [Текст] / И.В. Мартынюк // Актуальные проблемы развития железно-

дорожного транспорта: сб. науч. тр. молодых учёных, аспирантов и докторантов. – Ростов-н/Д: РГУПС, 2005. – С. 64-66.

6. Мартынюк, И.В. Выбор оптимальных маршрутов перевозок опасных грузов по результатам оценки рисков возникновения нарушений безопасности движения и ущербов от них [Текст] / И. В. Мартынюк // Вестник РГУПС. – 2006. – № 3. – С. 103-106.

7. Обеспечение безопасности перевозок опасных грузов железнодорожным транспортом [Текст] / под ред. А.В. Кириченко. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2004. –160 с.

8. Правила безпеки та порядку ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом [Текст]: затв. наказом Міністерства транспорту та зв'язку № 567 від 16.10.2000 р. (із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства транспорту та зв'язку № 1431 від 25.11.2008 р., № 1135 від 05.11.2009 р., Наказом Міністерства інфраструктури № 177 від 21.03.2012 р.) // Офіційний Вісник України. – 2000. – №49. – 22 груд.

9. Ротштейн, О.П. Проектування нечітких баз знань. Лабораторний практикум та курсове проектування [Текст]: навч. посібник / О.П. Ротштейн, С.Д. Штовба. – Вінниця: ВДТУ, 1999. – 65 с.

10. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide. Versions. The MathWorks, Inc, 1999. – 235 p.

Рецензент д-р техн. наук, професор В.Л. Горобець

Музикіна Світлана Ігорівна, кандидат технічний наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Тел. 8-056-373-15-12. E-mail: fufei@rambler.ru.

Muzykina Svitlana Igorivna, cand. of techn. sciences, associate professor of life safety department Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan. Tel. 8-056-373-15-12. E-mail: fufei@rambler.ru.

Стаття прийнята 09.09.2015 р.

УДК 656

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ХАРЧОВИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА

Канд. техн. наук А.І. Кузьменко

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ БОЛЬШОГО ГОРОДА

Канд. техн. наук А.И. Кузьменко

IMPROVING THE EFFICIENCY OF FOOD TRANSPORTATION CARGO UNDER THE BIG CITY

Cand. of techn. sciences I. Kuzmenko

Дана робота присвячена пошуку шляхів підвищення ефективності автомобільних перевезень харчових продуктів по місту Дніпропетровськ. Досліджено методи і способи організації перевезень партіонних вантажів у складних умовах великого міста; встановлено характер та ступінь впливу окремих експлуатаційних факторів на продуктивність і собівартість перевезень; розроблено ефективну технологію доставки харчових продуктів по Дніпропетровську.

Ключові слова: *міські автомобільні перевезення, показники ефективності, факторний аналіз.*

Данная работа посвящена поиску путей повышения эффективности автомобильных перевозок пищевых продуктов по городу Днепропетровску. Исследованы методы и способы организации перевозок партионных грузов в сложных условиях крупного города; установлен характер и степень влияния отдельных эксплуатационных факторов на производительность и себестоимость перевозок; разработана эффективная технология доставки пищевых продуктов по Днепропетровску.

Ключевые слова: *городские автомобильные перевозки, показатели эффективности, факторный анализ.*

This work is dedicated to finding ways to improve the efficiency of road transportation of food in the city of Dnipropetrovsk.

Object of research supports urban transport system partionnyh goods. The subject of the study - the transport of food delivery process that occurs in large cities. The paper analyzes the structure of the system of delivery of food in the city of Dnipropetrovsk. It is proved that in a big city it is advisable to organize small cars carrying freight. A combine consignees in separate groups and organize rozvizni routes based on determining distances between points of departure and obtaining goods, drafting of the matrix of distances and determine the shortest link connecting networks. Thus, for the transportation of food cargoes Dnepropetrovsk city developed an improved model that consists of three routes. Calculated values of performance indicators for each route and in the whole of the proposed project. In order to determine methods for improving the efficiency of vehicles on the proposed routes were established nature and extent of the influence of individual factors on operational performance and cost of transportation and developed an effective technology to deliver food in the city of Dnipropetrovsk.

Keywords: *urban road transport, performance metrics, factor analysis.*

Вступ. Автомобільний транспорт в Україні набуває дедалі більшого значення. Особливо він зручний при перевезенні вантажів на короткі відстані. На сучасному етапі розвитку економіки України все більше підприємств застосовують планування поставок “точно в строк”. Це призводить до зменшення розмірів поставок і збільшення частки партіонних вантажів у загальному обсязі перевезень. Дана тенденція найбільш рельєфно простежується при перевезеннях харчових вантажів у великих містах [1, 2].

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. При перевезеннях багатьох видів партіонних вантажів (наприклад, харчових товарів у роздрібну торгову мережу або точки харчування) через ряд причин доцільною вважається організація роботи автомобілів на постійних маршрутах. Серед таких причин виділяються технологічні – необхідність дотримання точних графіків доставки й одержання вантажів, економічні – відсутність можливості миттєвої зміни структури парку, практичні – втрата особистих контактів водіїв з керівниками і виконавцями робіт в пунктах заїзду, що призводить до збільшення простоїв автомобілів при здаванні/прийманні вантажів, та інше.

При цьому через змінний попит на перевезення завантаження автомобілів на маршрутах також змінюється, що приводить як до недовантаження автомобіля, так і до можливого його перевантаження. В останньому випадку частина клієнтури залишається не обслугованою цілком або частково, що знижує якість їхнього транспортного обслуговування і спричиняє збитки перевізникам внаслідок або прямих штрафів, або збільшення собівартості перевезення, або зменшення прибутків через перехід клієнтури до іншого перевізника. Безпідставне підвищення вантажопідйомності автомобілів, що обслуговують маршрути, також веде до зростання витрат перевізника внаслідок погіршення використання вантажопідйомності автомобілів. Крім того, виникають труднощі, які пов’язані зі специфічними умовами виконання перевезень харчових вантажів і виявляються у відсутності визначення впливу змінного попиту на ефективність перевезень, критеріїв ефективності, що відповідають ринковим умовам, теоретичних розробок в галузі створення технологій перевезень харчових вантажів в умовах змінного попиту на перевезення.

Таким чином, актуальність даної роботи обумовлена необхідністю вирішення важливого практичного завдання – підвищення ефективності перевезення харчових вантажів в умовах великого міста. Новизна роботи полягає у тому, що при вирішенні завдання пошуку оптимального маршруту доставки харчових продуктів за критерієм «мінімальна відстань» у цільовій функції було враховано стан автошляхів та рівень автомобілізації міста.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел засвідчив відсутність загальноприйнятих критеріїв ефективності систем доставки партіонних вантажів, до яких належить перевезення харчових продуктів, розбіг точок зору щодо визначення автомобіля оптимальної вантажопідйомності і оптимальної структури парку автомобілів.

Констатовано, що системи доставки партіонних вантажів мають фундаментальну теоретичну основу, яка базується на теорії транспортних процесів і систем. Загальним питанням розвитку цієї теорії присвячені роботи Воркута А.І., Веліканова Д.П., Сміхова А.А., Міротіна Л.Б., Бєляєва В.М., Лейдермана С.Р., Ріхтера К.Ю., Гаскеля Т.Дж. та інших. Стосовно питань технології доставки партіонних вантажів слід відзначити роботи Воркута А.І., Ріхтера К.Ю., Гаскеля Т.Дж. В роботах цих авторів встановлені основні закономірності функціонування систем доставки партіонних вантажів, розроблені методи формування таких систем раціональної організації їх роботи. Заслуговують уваги і наукові розробки молодих вчених [1, 2, 3, 4, 5], присвячені питанням організації перевезень вантажів по великих містах.

У роботі [1] запропоновано метод вирішення завдання оптимальних вантажних перевезень у вигляді алгоритму гілок та меж, що базується на допусках, і проаналізовано його доцільність для застосування на практиці.

Обґрунтуванню необхідності використання розвізних маршрутів і визначенню характерних моментів специфіки розвезення дрібнопартійних вантажів присвячено роботу [2]. Результати досліджень свідчать про значне збільшення розвізних маршрутів у системі вантажних перевезень. Для планування таких маршрутів приведені основні методи маршрутизації. Точні методи використовуються для вирішення завдань невеликих розмірностей з відсутністю додаткових обмежень (час роботи клієнта, тривалість робочої зміни водія).

У зв'язку з невідповідністю існуючих методів вимогам більшості підприємств, які займаються розвезенням продукції, було запропоновано модель планування розвізних маршрутів із урахуванням великої кількості параметрів, критеріїв та вимог клієнтів. Дана модель включає систему важелів, які здатні формувати направлення пріоритетів оптимізації в процесі планування.

У статті [3] подано результати дослідження закономірностей зміни середньої швидкості пересування транспортних засобів залежно від параметрів транспортних мереж значних і найзначніших міст, а також описуються математичні моделі, що дозволяють розрахувати швидкість транспортних потоків у містах.

Аналіз літературних джерел щодо вибору автомобілів оптимальної вантажопідйомності свідчить, що увага авторів зосереджена на вирішенні проблем визначення автомобіля оптимальної вантажопідйомності у детермінованій постановці. Ймовірнісно-статистичний підхід застосовується для вибору автомобіля оптимальної вантажопідйомності для роботи на маятникових маршрутах. Урахування впливу змінного попиту на перевезення харчових продуктів було враховане у роботі [4].

У роботі [5] розглядаються методи маршрутизації дрібнопартіонних перевезень. Запропоновано підходи і критерій оптимальності для планування та організації дрібнопартіонних перевезень за умов, коли розмір відправленої чи отриманої партії вантажу значно менше вантажності автомобіля.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності автомобільних перевезень харчових продуктів по Дніпропетровську. Досягнення цієї мети можливо за умов застосування методів математичного моделювання і сприятиме плануванню та управлінню транспортною системою доставки харчових продуктів у складних умовах великих міст.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

• проаналізувати структуру системи доставки харчових продуктів по Дніпропетровську;

• на підставі виявлених істотних взаємозв'язків між елементами системи і зовнішнім середовищем визначити основні параметри системи, що впливають на показники її ефективності;

• на основі факторного аналізу розробити удосконалену модель доставки харчових продуктів від одного постачальника до декількох споживачів.

Об’єктом дослідження виступає система міських перевезень партіонних вантажів, а предметом дослідження – транспортний процес доставки харчових продуктів, що проходить в умовах великого міста.

Основна частина дослідження. У даній роботі було розроблено систему маршрутів доставки харчових вантажів по Дніпропетровську. Для вирішення цього завдання на підставі попередніх досліджень при виборі автомобіля задавався певний резерв вантажопідйомності для компенсацій коливань на перевезення за періодами часу (див. рис. 1).

Цей резерв запропоновано вимірювати коефіцієнтом запасу з вантажопідйомності [4], який розраховується за формулою

$$k_з = \frac{n_н}{n_з}, \qquad (1)$$

де $n_н$ – номінальна кількість пункту завозу на маршруті, при якій вантажопідйомність автомобіля використовується повністю, од.;

$n_з$ – фактична кількість пунктів завозу на маршруті, од.

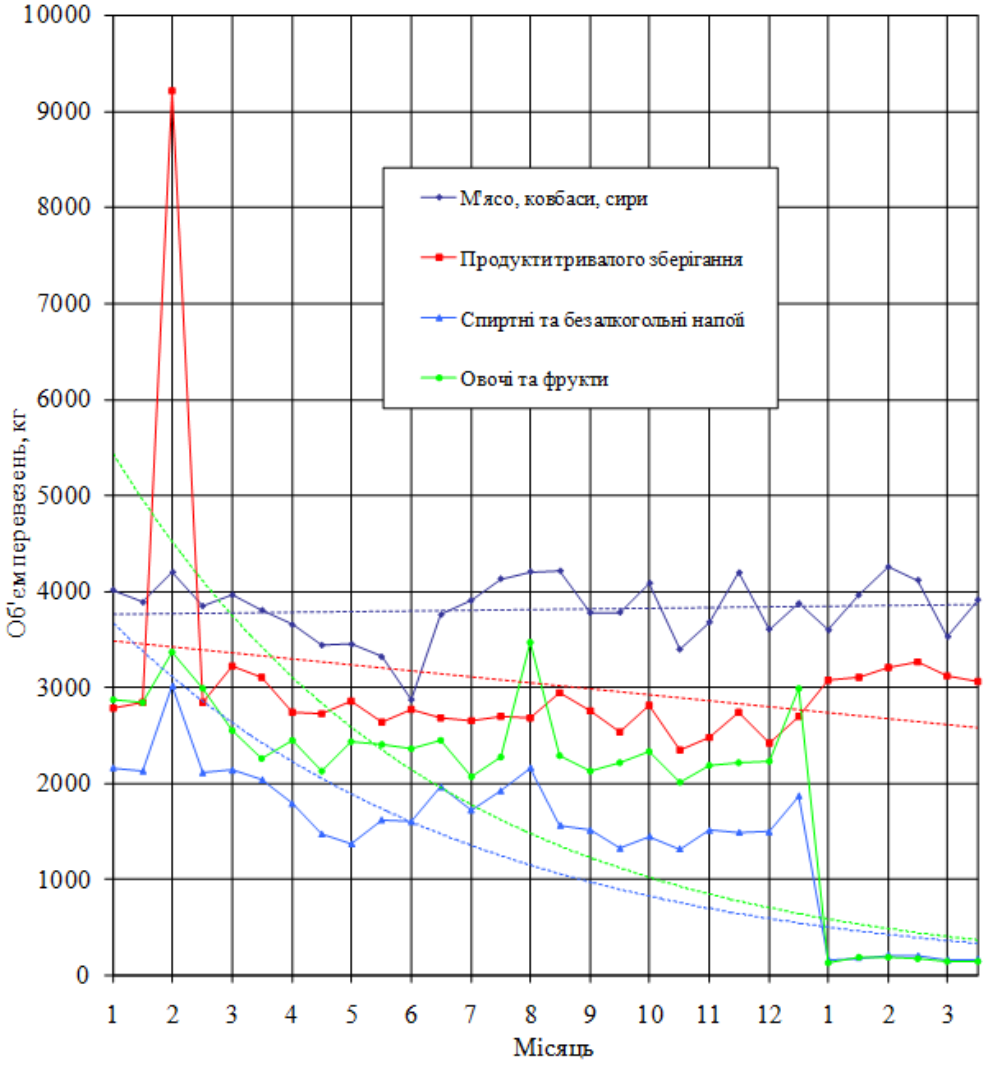


Рис. 1. Графік коливання попиту на перевезення харчових вантажів за видами

Вирішення завдання пошуку оптимального маршруту виконувалося за наступним алгоритмом. На карті-схемі міста Дніпропетровська позначалось розташування вантажовідправника А (база «Метро»), десяти вантажоодержувачів В1-В10 («Campus», «Loft», «Lord») і автотранспортного підприємства (АТП) (рис. 2).

Рис. 2. Ситуаційний план розташування вантажовідправника, вантажоодержувачів і АТП на карті Дніпропетровська:
АТП – автопідприємство; А – вантажовідправник; В1-В10 – вантажоодержувачі

По карті визначалися відстані між вантажовідправником і вантажоодержувачами за формулою

$$l_{ij}^{км} = l_{ij}^{см} * k_{н} * M, \qquad (2)$$

де $k_н$ – коефіцієнт нелінійності;

M – масштаб.

У даній роботі завдання визначення раціонального маршруту розвезення харчових продуктів по Дніпропетровську ґрунтується на класичній математичній задачі комівояжера [6, 7]. Виїжджаючи з початкового пункту (у даному випадку – пункт завантаження, тобто база «Метро»), комівояжер (тобто автомобіль, що виконує перевезення) повинен побувати у всіх інших пунктах (В1 - В10) тільки один раз і повернутися у початковий пункт. Необхідно визначити порядок, у якому треба об'їжджати пункти, щоб пройдена сумарна відстань була мінімальною. При цьому цільова функція визначається як сумарна довжина маршруту комівояжера, а вирішення завдання відповідає таким умовам та обмеженням:

- комівояжер в'їжджає в кожен пункт рівно один раз;
- комівояжер виїжджає з кожного пункту рівно один раз;
- будь-який маршрут комівояжера складався з одного циклу;
- обмежується область припустимих значень додаткових змінних цілими числами (позитивними чи негативними);
- виключається повернення комівояжера до пункту, в якому він вже побував.

Задача комівояжера була вирішена за допомогою Інтернет-ресурсу [8]. Згідно з отриманими результатами сумарна довжина розвізного маршруту становитиме 36,28 км.

Необхідно зазначити, що в умовах великого міста доцільно організовувати перевезення автомобілями невеликої вантажопідйомності. Тому є сенс здійснювати перевезення не одним автомобілем (вантажністю понад 7,2 т згідно з отриманими розрахунками), а об'єднати вантажоодержувачів в окремі групи та формувати розвізні маршрути автомобілями меншої вантажопідйомності [9, 10]. Для цього було розраховано відстань між пунктами відправлення та одержання вантажу, складено матрицю відстаней і визначено ланки найкоротшої сполучної мережі.

Таким чином, для перевезень харчових вантажів по Дніпропетровську розроблено три удосконалених маршрути. Визначено значення експлуатаційних показників по кожному маршруту і в цілому по запропонованому проекту.

З метою визначення методів підвищення ефективності використання транспортних засобів на запропонованих маршрутах було встановлено характер та ступінь впливу окремих експлуатаційних факторів на результативні показники. Годинна продуктивність автомобіля для простого циклу розраховується за формулою

$$\bar{P}_г = \frac{\bar{q}\,\bar{\gamma}_{ст}\,\bar{V}_т\,\bar{\beta}}{\bar{l}_{ві} + \bar{V}_т\,\bar{\beta}\,\bar{t}_{нр}}, \qquad (3)$$

де $\bar{q}$ - середня вантажопідйомність автомобіля, т;

$\bar{\gamma}_{ст}$ - середнє значення коефіцієнта статистичного використання вантажопідйомності автомобіля;

$\bar{V}_т$ - середня технічна швидкість автомобіля, км/год;

$\bar{\beta}$ - середнє значення коефіцієнта використання пробігу автомобіля;

$\bar{l}_{ві}$ - середня відстань пробігу автомобіля з вантажем за їздку, км;

$\bar{t}_{нр}$ - середній час простою автомобіля під навантаженням та розвантаженням за їздку, год.

Відповідно собівартість перевезень розраховується за формулою

$$S_т = \frac{\bar{l}_{ві}}{\bar{q}\bar{\gamma}_{ст}\bar{\beta}}\left(\kappa_i^{зм} C_{зм} + \frac{\kappa_i^{пс} C_{пос}}{\bar{V}_т}\right) + \frac{\kappa_i^{пос} C_{пос}\,\overline{t_{нр}}}{\overline{q\gamma_{ст}}}, \qquad (4)$$

де $C_{зм}$ - середнє значення змінних витрат автомобіля в базовому періоді, коп./км;

$C_{пос}$ - середнє значення постійних витрат в базовому періоді, коп./год.;

$\kappa_i^{зм}$, $\kappa_i^{пс}$ - коефіцієнти, що враховують індексацію цін.

Проведемо аналіз залежності продуктивності і собівартості перевезень від зміни техніко-експлуатаційних показників (формули (3) та (4)).

За результатами розрахунків були побудовані діаграми змін продуктивності автомобіля та собівартості перевезень (див. відповідно рис. 3, 4).

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Аналіз впливу чинників на параметри технологічного процесу перевезення партіонних вантажів, до яких відносяться харчові продукти, показує таке: по-перше, характер впливу множини зовнішніх факторів на собівартість перевезень при урахуванні графіка початку розвантаження автомобіля в пунктах завезення і без його урахування не змінюється; по-друге – найбільше впливають на собівартість перевезень початковий (кінцевий) пробіг, пробіг між суміжними пунктами завозу на маршруті, середній обсяг завезення вантажу в один пункт завозу, кількість пунктів завезення на маршруті, коефіцієнт запасу з вантажопідйомності. Подальші дослідження у даному напрямку можуть бути спрямовані на розвиток теорії ефективності транспортного процесу доставки харчових вантажів у межах великих міст.

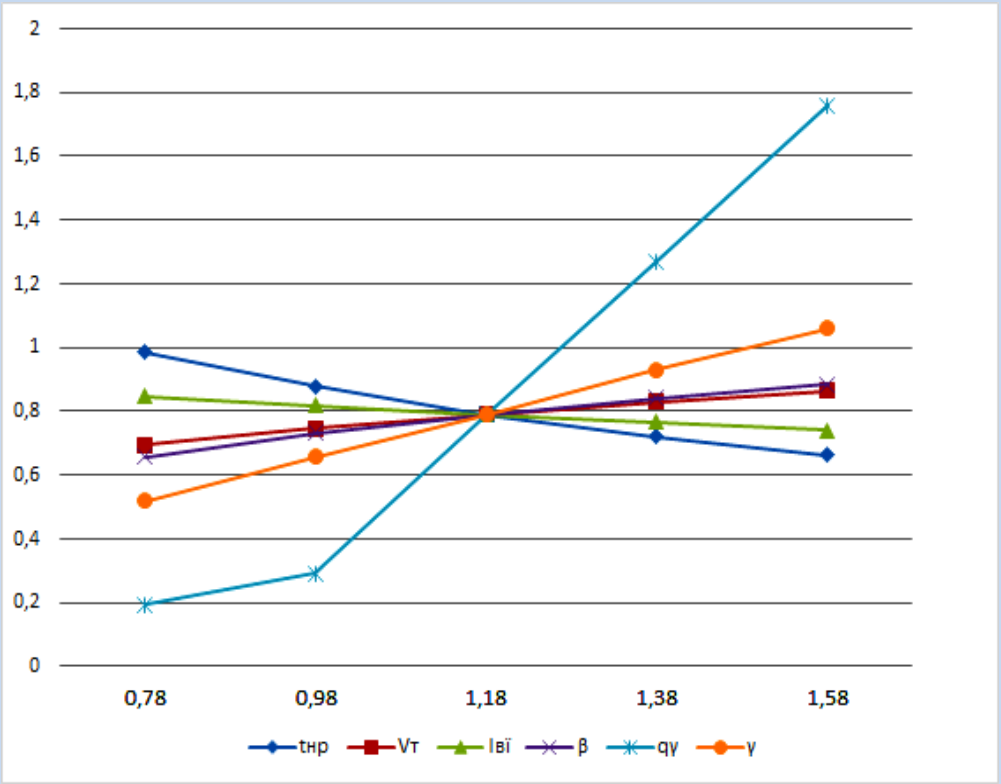


Рис. 3. Графіки залежності

$$P_г = f(q\gamma_{ст}, \gamma_{ст}, V_T, t_{нр}, l_{вї}, \beta)$$

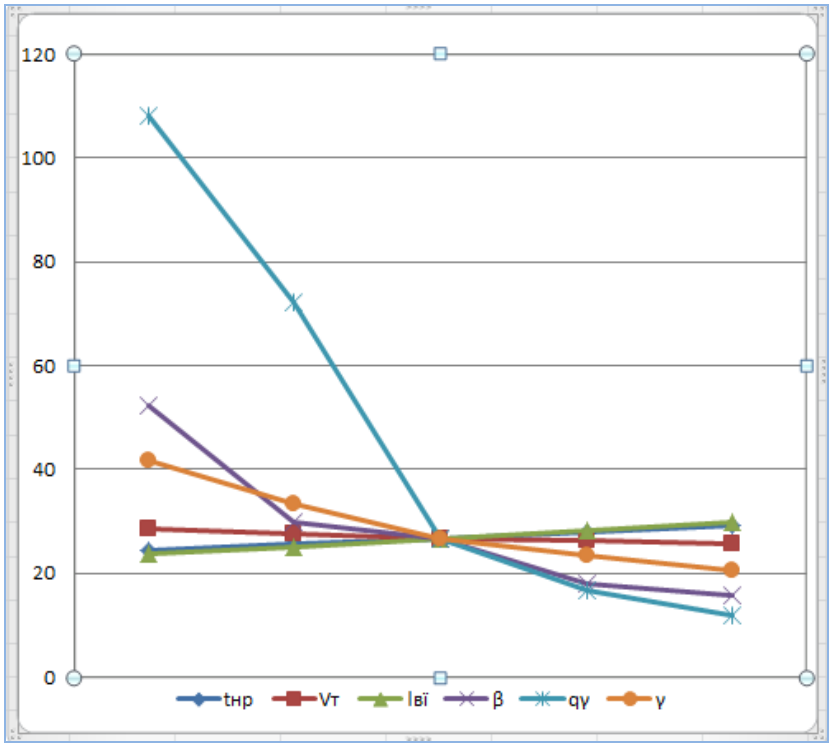


Рис. 4. Графіки залежності

$$S_T = f(q\gamma_{ст}, \gamma_{ст}, V_T, t_{нр}, l_{вї}, \beta)$$

Список використаних джерел

1. Атаманюк, А.В. Метод розв'язання задачі оптимальних вантажних перевезень [Текст] / А.В. Атаманюк, Б.І. Гольденгорін // Вісник Кам'янець-Подільського національного університету. – 2012. – Вип. 4. – С. 11-17.

2. Кір'янов, О.Ф. Розробка моделі вирішення задач планування перевезень дрібних партій вантажів [Текст] / О.Ф. Кір'янов, Г.Г. Переверзєва, А.О. Коробов // Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. – 2012. – Вип. 1/2012. – Ч. 1. – С. 131-133.

3. Лобашов, О.О. Вплив параметрів транспортних мереж значних і найзначніших міст на швидкість транспортних потоків [Текст] / О.О. Лобашов, С.Б. Дульфан // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – 2013. – № 109. – С. 107-110.

4. Шептура, О.М. Підвищення ефективності автомобільних перевезень партіонних вантажів при змінному попиті на перевезення [Текст]: автореф. дис… на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: 05.22.01 – транспортні системи / О.М. Шептура; [Харківський нац. автомоб.-дорож. ун-т]. – Харків: ХНАДУ, 2004. – 17 с.

5. Шраменко, Н.Ю. Методи маршрутизації при дрібнопартіонних перевезеннях в транспортних системах міст та шляхи її удосконалення [Текст] / Н.Ю. Шраменко // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – 2009. – № 86. – С. 264-267.

6. Самойленко, М.І. Інформаційні технології в розв'язанні транспортних задач [Текст]: монографія / М.І. Самойленко, А.О. Кобець; [Харківська нац. академія міського госп-ва]. – Харків: ХНАМГ, 2011. – 256 с.

7. Самойленко, Н.И. Исследование операций (Математическое программирование. Теория массового обслуживания) [Текст]: учеб. пособие / Н.И. Самойленко, Б.Г. Скоков. – Харьков: ХНАГХ, 2005. – 176 с.

8. Задача коммивояжера онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://math.semestr.ru/kom/index.php.

9. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень [Текст]: навч. посібник / Ю.О. Давідич; Хар. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 345 с.

10. Нефедов, Н.А. Оптимальная грузоподъемность автомобиля на развозочных маршрутах при переменном спросе на перевозки [Текст] / Н.А. Нефедов, А.Н. Шептура // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. – 2002. – Вып. 17. – С. 69-71.

Рецензент д-р ф.-м. наук, професор А.М. Пасічник

Кузьменко Альбіна Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних систем та технологій Університету митної справи та фінансів. Тел.: (056-2) 46-95-97. E-mail: alia1971@i.ua.

Kuzmenko Albina Igorivna, PhD Engineering. Associate Professor, Department of Transport Systems and Technology University of customs and finance. Tel .: (056-2) 46-95-97. E-mail: alia1971@i.ua.

Стаття прийнята 03.09.2015 р.

УДК 656.212 : 656.073

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ ВИКОНАННІ ПРИКОРДОННО-МИТНИХ ОПЕРАЦІЙ

Канд. техн. наук А.Л. Обухова, магістри С.Ю. Латишев, Д.К. Ісламзаде

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ПЕРЕДАТОЧНОЙ СТАНЦИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОГРАНИЧНО-ТАМОЖЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Канд. техн. наук А.Л. Обухова, магистры С.Ю. Латышев, Д.К. Исламзаде

IMPROVEMENT WORK TECHNOLOGY OF TRANSFER STATION IN CARRYING OUT BORDER AND CUSTOMS OPERATIONS

Cand. of techn. sciences A. Obukhova, masters S. Latushev, D. Islamzade

У статті проаналізовано основні показники роботи залізниць України з урахуванням обсягів перевезення за основними видами вантажів, а також перевезення імпортних, експортних і транзитних вантажів. Розглянуто вплив прикордонної передавальної станції, технології її роботи на виконання міжнародної доставки вантажів. Наведено основні проблеми в їх роботі та шляхи вирішення.

Ключові слова: *імпорт, експорт, транзит, прикордонно-передавальна станція, митні операції.*

В статье проанализированы основные показатели работы железных дорог Украины с учетом объемов перевозки по основным видам грузов, а также перевозки импортных, экспортных и транзитных грузов. Рассмотрено влияние пограничной передаточной станции, технологии её работы на выполнение международной доставки грузов. Приведены основные проблемы в их работе и пути решения.

Ключевые слова: *импорт, экспорт, транзит, погранично-передающая станция, таможенные операции.*

The article analyzes the main indicators of railways of Ukraine, taking into account the volume of transportation of the main types of goods as well as transportation of import, export and transit of goods. The influence of the border transfer station, the technology of its work on the implementation of an international delivery. The main problems in their work and solutions.

Certain areas of the implementation process and to ensure rail freight across the state border. These aspects take into account the current conditions of the process and the information space. It indicated that in order to create greater attractiveness of rail transport and improving its competitiveness in the market for international freight transport, it is necessary to improve the technology and reduce the work the execution of customs and basic technological operations at border transfer stations.

It is proposed by using the simulation, reproduction processes carried out at the border station in the system consisting of interrelated subsystems: the processing of export and import flows of cars; processing of shipping documents; information support the functioning of the station.

Keywords*: import, export, transit, border and transmitting station, customs operations.*

Вступ. Вигідне географічне положення України з її розвинутою мережею залізниць забезпечує сприятливе залучення інших держав в міжнародний транзитний та експортно-імпортний вантажопотік. Цей процес впливає на потенційне збільшення бюджету держави та відповідно на покращення економічного стану України. Для досягнення цілей необхідно постійно удосконалювати технологію переробки міжнародних вантажопотоків, збільшувати пропускну та переробну спроможності прикордонних передавальних станцій при виконанні прикордонно-митних операцій. На цей час через територію України

пролягає три міжнародні транспортні коридори та чотири коридори Організації співробітництва залізниць (ОСЗ), що об'єднують Європу та Азію.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Удосконалити технологію роботи передавальної станції при виконанні прикордонно-митних операцій на кордонах України для збільшення пропускної спроможності поїздів через кордони України та налагодити імпортно-експортні шляхи з іншими державами (міжнародними перевізниками).

Не зважаючи на перебудови в економіці України, залізниці посідають важливу та невід'ємну роль у транспортній системі. Але існують труднощі на передавальних станціях при проведенні прикордонно-митних операцій. Це впливає на швидкість проходження вантажів і поїздів через кордони України та економічний стан на міжнародному ринку в імпортно-експортних операціях.

Визначення мети дослідження. Метою даної статті є удосконалення технологій роботи на передавальних станціях при обробці поїздів та проведенні прикордонно-митних операцій для збільшення пропускної спроможності станцій через кордони країни.

Основна частина дослідження. В умовах становлення України як самостійної держави зусилля підприємств транспортної галузі повинні бути зосередженими на якісному та надійному задоволенні потреб споживачів у перевезеннях, тим більше міжнародного стандарту. Технологія роботи передавальних станцій має враховувати особливості транспортних послуг. Передавальна станція є одним із підрозділів Укрзалізниці, які створюють умови обслуговування вантажовласників залізницею. В процесі формування залізничної мережі деякі прикордонні переходи розташовані на перегонах між станціями. У ході такої ситуації та з метою встановлення часу, в першу чергу, організація обліку передачі вагонів повинна брати до уваги технології роботи митних та інших державних органів державного контролю. З упровадженням контрольних функцій державних органів зменшується переробна спроможність й одночасно зростають вимоги до їх технічного оснащення. На даний час українськими залізницями перевозиться близько 23 % експортного і 78 % міжнародного транзитного вантажопотоку (рис. 1) [6]. Це свідчить про необхідність постійного удосконалення організації експортно-імпортних та транзитних перевезень, що виконуються залізницями, оптимізації взаємодії залізниць з митними, прикордонними органами та з іноземними залізницями.

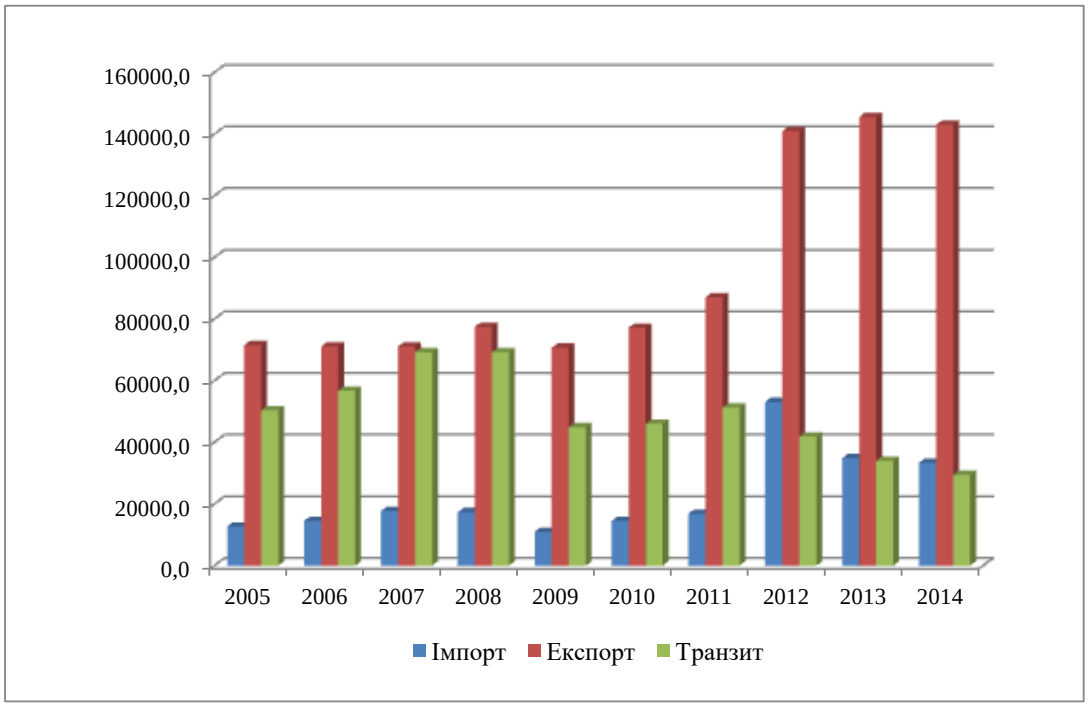


Рис. 1. Гістограма обсягів міжнародних перевезень по залізницях України з 2005 по 2014 рр., млн ткм

Дивлячись на політичний стан країни, на нестабільний стан на економічному рівні, можливо побачити, що ситуація, яка склалася в Україні, частково впливає на роботу вантажних перевезень на магістралі. На залізниці впали обсяги транзитних перевезень, але в декілька разів збільшився імпорт. Протягом декількох місяців 2015 р. з-за кордону надійшло понад 351 тис. т вантажів. Якщо порівнювати з показниками 2014 р., то виконання плану перевезень за даний період складає 431,9 % [7].

Більшість імпортних вантажів, які прямують в Україну, надходять з країн СНД (рис. 2). Основними вантажами з країн Європи для теплоелектростанцій та металургійних підприємств є вугілля, кокс та флюси (рис. 3). Новим видом вантажу, який країна почала отримувати зі Словаччини та перевантажувати з вузької колії на широку, стало вапно для флюсування. Індустріальний потенціал залізниці має можливість збільшення обсягів перевезень від 10 % до 50 % [8, 9].

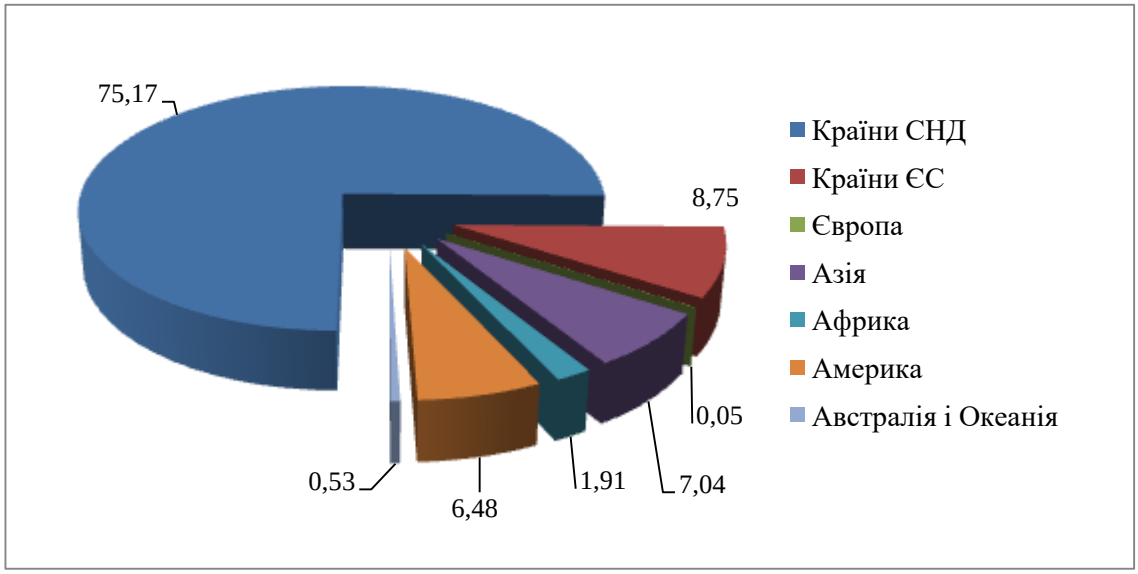


Рис. 2. Структура імпортних вантажів за країнами відправлення у 2013 році

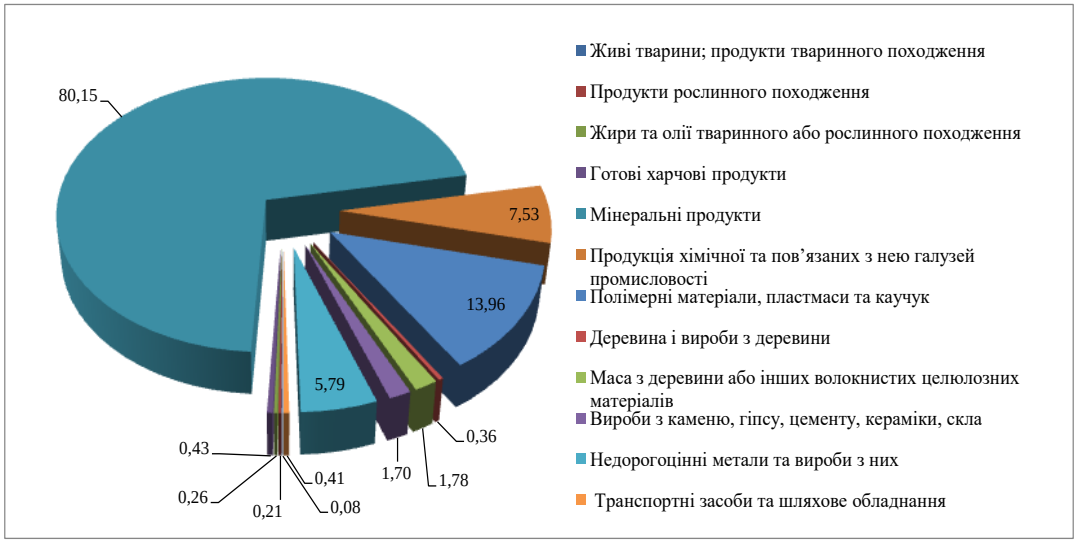


Рис. 3. Структура імпортних вантажів за номенклатурою у 2013 році

Важливим кроком для повноцінного використання цього потенціалу є забезпечення змін в організації роботи прикордонних станцій, застосування логістичних підходів, прискорення технічної та комерційної роботи з вантажами і поїздами міжнародного сполучення. Значної економії часу на оформлення передачі вантажу через кордон було досягнуто за допомогою застосування уніфікованої за вимогами східного та західного транспортного права залізничної накладної ЦІМ/СМГС як основного перевізного документа. Ця накладна не потребує переоформлення при перетині кордону і є електронною копією транзитної декларації, що значно спрощує процедуру митного оформлення вантажу [10].

Скорочення часу доставки вантажів можна досягти за рахунок зменшення технологічного часу обробки поїздів на прикордонних станціях. Таку можливість дає виключення повторного митного огляду залізницею, що приймає. Одним з варіантів скорочення часу передачі вагонів є проведення митного огляду лише один раз (на території країни, що здає вантаж, за участю робітників обох суміжних залізниць). На практиці ця технологія застосована на станції Печори-Псковське (Росія), де приймання та здачу вантажу, вагонів та контейнерів разом з російськими залізничниками здійснюють робітники АТ «Естонська залізниця». Такий підхід дозволяє виключити повторний митний огляд, що скорочує невиробничі простої вагонів та забезпечує оперативне вирішення питань щодо схоронності вантажів [1].

Час обробки поїзда після прибуття на прикордонній станції можна визначити за формулою

$$T_{прст} = T_{пр} + (T_{то,\,ко,\,мо}) + T_{докум}, \qquad (1)$$

де $T_{пр}$ – тривалість операції з приймання, 5 хв;

$T_{то,ко}$ – тривалість проведення технічного (ТО) та комерційного огляду (КО) состава, 45 хв;

$T_{мо}$ – тривалість митного огляд составу, 45 хв;

$T_{док}$ – час на обробку перевізних документів.

Далі виконуються операції з розформування або відправлення поїздів. Час на обробку перевізних документів скаладається з таких елементів

$$T_{докум} = T_{ПТЕК} + T_{кар} + T_{ек} + T_{мк}, \qquad (2)$$

де $T_{ПТЕК}$ – тривалість обробки документів працівниками прикордонно-митних служб, 60 хв;

$T_{кар}$ – тривалість обробки документів карантинною службою, 30 хв;

$T_{ек}$ – тривалість обробки документів екологічною службою, ….. хв;

$T_{мк}$ – тривалість обробки документів митними органами, ….. хв.

Додатковими для поїздів, що перетинають кордон, є такі операції:

- митний огляд состава;
- обробка документів працівниками ПрикордонТЕК;
- митний контроль документів.

При проведенні прикордонно-митних операцій з поїздами тільки на станції країни, що здає вантаж, на станції сусідньої держави, що приймає вантаж, відбувається виключення вищезазначених операцій. Час на проведення операцій можна зменшити або взагалі виключити на всьому шляху прямування вантажу за умови проведення митних операцій в пункті формування состава при наявності повного пакета документів. Сумарний час проведення митних операцій та час на обробку документів працівниками прикордонно-митних органів можна визначити за такою формулою:

$$T_{моп} = (T_{мо} - T_{ко,то}) + T_{ПТЕК} + T_{кар} + T_{ек} + T_{мк}. \qquad (3)$$

Розрахунок та оптимізація технічних і технологічних параметрів прикордонних станцій є можливими при розробленні математичної моделі функціонування станції. Створення такої моделі вимагає чіткого уявлення послідовності і взаємозв’язку окремих технологічних операцій, що виконуються в різних підрозділах прикордонної станції.

У сформованій ситуації важливим стає питання аналізу та раціоналізації наявних технологій пропуску експортно-імпортних вантажів через прикордонні станції, розташовані на внутрішніх кордонах України.

Робота на прикордонній станції являє собою взаємозв’язок трьох технологічних ліній:

- переробки експортно-імпортного вагонопотоку;

- обробки перевізних документів;

- інформаційного забезпечення функціонування станції.

Для відтворення поведінки досліджуваної системи «Прикордонна станція» можливо використати імітаційне моделювання – метод, який дозволяє побудувати моделі, що описують процеси так, як вони проходять у дійсності [4, 5].

Для ітеративного здійснення процедури імітації поступово за взаємодіючими елементами система розбивається на підсистеми, блоки та зони. Тимчасові координати виходу з попереднього блока повинні бути тимчасовими координатами входу до наступного блока.

На сьогодні в Укрзалізниці розроблено ряд автоматизованих програм, що дозволили в електронному вигляді створити базу перевізних документів та використовувати її всім учасникам перевізного процесу. Остання з розробок – автоматизоване робоче місце агента передачі вагонів на кордоні. Метою розробки програми стала можливість оформлення в електронному вигляді перевізних документів, за якими відбувається облік переходу вагонного парку залізничних адміністрацій у сусідні країни. При формуванні електронного документа на будь-якій станції відправлення України нова програма забезпечить його оперативну передачу за кордон для формування відомостей, дозволивши, тим самим, не набирати його вручну повторно, що значно зменшить час простою вагонів на кордоні. Для цього перевізник має пред'явити акт огляду митного органу відправницької станції та цілісність пломб та кузовів. У випадку такого варіанта передавання вантажів знижує потребу в робітниках для його проведення, внаслідок чого зменшуються витрати на штат робітників. Для втілення цих заходів на залізницях сусідніх країн мають існувати однакові вимоги щодо технічного стану вагонів і порядку його контролю. Для прискорення обміну даними доцільне впровадження сучасних інформаційних систем, що забезпечить взаємодію різних електронних систем окремих міжнародних залізниць.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Таким чином, для створення більшої привабливості залізничного транспорту та підвищення рівня його конкурентоспроможності на ринку міжнародних вантажних перевезень особливе значення має приділятися удосконаленню технології роботи і скороченню часу виконання митних та основних технологічних операцій на прикордонних передавальних станціях.

Пропонується при використанні імітаційного моделювання відтворення процесів, що здійснюються на прикордонній станції, як у системі, що складається із взаємопов'язаних підсистем: переробка експортно-імпортного вагонопотоку, обробка перевізних документів, інформаційне забезпечення функціонування станції.

Список використаних джерел

1. Железнодорожные пограничные переходы [Текст] // Железные дороги РФ. – 2003. – № 4. – С. 9-41.

2. Кірпа, Г.М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему [Текст]: монографія / Г.М. Кірпа. – 2-е вид., переробл. і доп. – Дніпропетровськ: Видавництво ДНУЗТ, 2004. – 248 с.

3. Пасічник, В.І. Проблеми ефективного використання основних залізничних напрямків і прикордонних переходів [Текст] / В.І. Пасічник // Залізничний транспорт України. – 1999. – № 1 (4-5). – С. 8-12.

4. Буслиенко, Н.П. Моделирование сложных систем [Текст] / Н.П. Буслиенко. – М.: Наука, 1978. – 399 с.

5. Жук, Е.И. Иммитационное моделирование работы сортировочной станции при составлении графика движения поездов [Текст] / Е.И. Жук // Вестник ВНИИ ж.-д. трансп. – 1995. – № 3. – С. 45-56.

6. Довідник основних показників залізниць України (2001-2011 роки) [Текст]: [довідковий матеріал]. – К. : Укрзалізниця, 2012. – 54 с.

7. Пелих, Д. Західний орієнтир [Текст] / Дмитро Пелих // Магістраль. – 2015. – № 65 (2054). – С. 9.

8. Обухова, А.Л. Аналіз та пропозиції щодо удосконалення технології роботи прикордонних передавальних станцій [Текст] / А.Л. Обухова, В.О. Бакун // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 144. – С. 10-14.

9. Wetzel, H. Productivity Growth in European Railways: Technological Progress, Efficiency Change and Scale Effects [Электронный ресурс] / Heike Wetzel University of Lüneburg // Working Paper Series in Economics, 2011. – № 101. - Режим доступу : www.leuphana.de/vwl/papers.

10. Topolsk, S. Analysis of the technological process of rings of train wheels [Текст] / S. Topolsk // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. - 2011. – № 4. – С. 405-408.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Обухова Анна Леонідівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85. E-mail: anya.obukhova@gmail.com.
Латишев Сергій Юрьйович, магістр кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85. E-mail: 251serega@gmail.com.
Ісламзаде Джавід Камал-огли, магістр кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85. E-mail: uvkr@kart.edu.ua.

Obukhova Anna, candidate of technical sciences, lecturer department of management of freight and commercial work, Ukraine State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85. E-mail: anya.obukhova@gmail.com
Latushev Sergey, master of department Management of cargo and commercial work, Ukraine State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85. E-mail: 251serega@gmail.com.
Islamzade Dzhavid Kamal-oghly, master of department Management of cargo and commercial work, Ukraine State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85. E-mail: uvkr@kart.edu.ua.

Стаття прийнята 03.09.2015 р.

УДК 656.072.(477)

АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ

Канд. техн. наук Д.В. Константінов, магістр Є.О. Клепко

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРИГОРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ

Канд. техн. наук Д.В. Константинов, магистр Е.А. Клепко

KEY AREAS OF MODERN TRAIN COMMUTER TRAFFIC UKRAINE

Cand. of techn. sciences D.V. Konstantinov, master E.O. Klepko

У статті розглянуто фактори, які впливають на ефективність та якість приміських пасажирських перевезень, проблеми розвитку і перспективні шляхи покращення існуючої системи організації приміських перевезень пасажирів України з урахуванням досвіду закордонних залізниць.

Ключові слова: *транспорт, приміські перевезення, залізничні технології, приміське залізничне сполучення.*

В статье рассмотрены факторы, влияющие на эффективность и качество пригородных пассажирских перевозок, проблемы развития и перспективные пути улучшения существующей системы организации пригородных перевозок пассажиров Украины с учетом опыта зарубежных железных дорог.

Ключевые слова: *транспорт, пригородные перевозки, железнодорожные технологии, пригородное железнодорожное сообщение.*

The article examines the factors that influence the effectiveness and quality of suburban passenger traffic, problems and future development of ways to improve the existing system of suburban passenger transportation Ukraine on the experience of foreign zaliznyts.U current conditions before railroads Ukraine is an important task meet the needs of the population in traffic ensuring high service culture and reduce loss of passenger traffic, especially commuter. This is due to the fact that most suburban passenger services unprofitable, dynamic, socially sensitive and important for the population, social needs which are interlinked with pay. Suburban passenger most massive and accessible to the public, but due to low tariffs not efficient organization and a large number of very favorable traffic unprofitable. To reduce losses commuter traffic necessary to define priorities to enhance the functioning of the suburban sector, to develop new measures and tools improve technology organization of transport and passenger service.

Keywords: *transport, commuter transportation, rail technology, suburban rail link.*

Вступ. У сучасних умовах перед залізницями України стоїть важливе завдання повного задоволення потреб населення в перевезеннях, забезпечення високої культури обслуговування і скорочення збитковості пасажирських перевезень, особливо приміських. Це пов'язано з тим, що приміські пасажирські перевезення найбільш збиткові, динамічні, соціально-чутливі та важливі для населення, соціальні потреби якого взаємопов'язані з платоспроможністю. Приміські пасажирські перевезення найбільш масові і доступні для населення, але за рахунок низьких тарифів, неефективної організації та великої кількості пільгових перевезень дуже збиткові. Для скорочення збитковості приміських перевезень необхідно визначити пріоритетні напрямки підвищення ефективності функціонування приміського сектора, розробити нові заходи та інструменти удосконалення технології організації цих перевезень і обслуговування пасажирів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження з питань підвищення якості транспортних послуг у наукових роботах зустрічаються частіше. Зазначеним питанням присвячені наукові праці провідних вчених та спеціалістів з розвитку та реформування галузі, зокрема І.М. Аксьонової, Т.В. Бутько, Є.М. Сича, А.В. Прохорченка, П.О. Яновського, Д.В. Константінова, Д.В. Ломотька, О.М. Ходаківського, В.М. Кулєшова,та інших авторів.

Визначення мети та завдання дослідження. Залізничні приміські пасажирські перевезення є значним і надійним засобом забезпечення підвезення людей на заводи, фабрики, підприємства, установи, до університетів та ін., а також населення в зони масового відпочинку, на дачні ділянки та ін. Чітка організація приміського руху впливає на нормальну роботу вищевказаних організаційних структур, задовольняє потребу населення в перевезеннях.

При організації приміських перевезень залізниця повинна задовольняти вимоги і запити споживачів. Незважаючи на зменшення рухливості населення і падіння обсягу пасажирських перевезень, кількість пасажирів, перевезених приміськими поїздами в останнє десятиліття, значно не зменшується, а в деякі періоди навіть зростає [9].

Залізничний приміський транспорт характеризується динамічністю та перспективністю розвитку. Однак сьогодні в приміському залізничному комплексі спостерігається накопичення проблем, що потребують вирішення, а саме: замінити морально та фізично зношений (приблизно на 84 %) рухомий склад; модернізувати застарілу інфраструктуру та удосконалити технології роботи; підвищити якість використання рухомого складу та збільшити населеність вагонів; відмінити адміністративне регулювання тарифної політики; отримати повну компенсацію за перевезення пільгових категорій населення; своєчасно отримувати

державні інвестиції на реалізацію перспективних програм розвитку приміського перевезення; підвищити конкурентоспроможність та збільшити обсяги перевезень тощо.

За останні п'ять років збитки за перевезення пасажирів залізничним транспортом України у приміському сполученні склали 14 млрд грн [2], хоча законодавством передбачена компенсація перевізнику за здійснення соціальних видів перевезень. Незважаючи на це, залізниця виконує свої зобов'язання перед громадянами в повному обсязі, не порушуючи норм безпеки перевезень. Однак якість перевезень, особливо у приміському секторі, не завжди відповідає рівню комфорту і сервісу.

Для підкреслення актуальності дослідження проблеми розвитку приміських пасажирських перевезень залізниць України в статті подано аналіз пасажирообігу залізничного транспорту України за період з 2004 по 2014 рр. (рис. 1), та динаміку доходів і витрат від приміських перевезень за період від 2003 по 2014 рр. (рис. 2) [4].

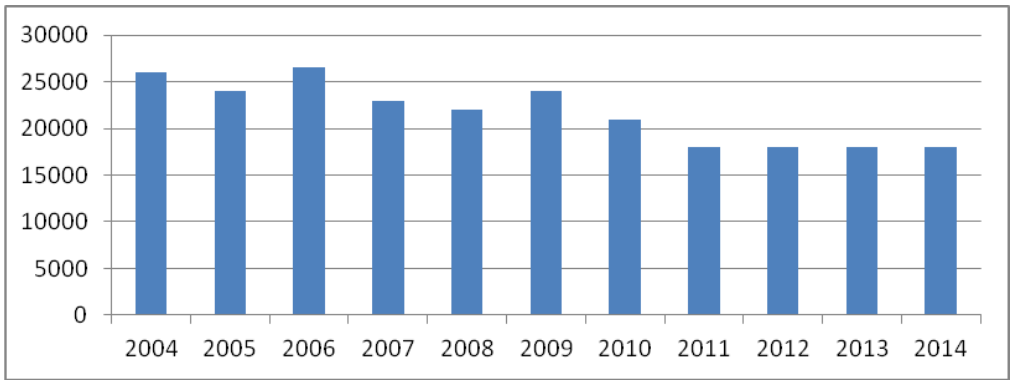


Рис. 1. Пасажирообіг залізничного транспорту України у приміському сполученні за 2004-2014 рр.

Рис. 2. Динаміка доходів та витрат від приміських перевезень за 2004-2014 рр.

Аналіз поданих графіків дозволяє визначити негативну тенденцію зниження обсягів приміських перевезень на фоні підвищення збитків. Це безумовно підкреслює важливість пошуку нових шляхів удосконалення приміських перевезень та звернення особливої уваги галузі до проблем приміського сполучення.

Отже, пошук нових ефективних рішень в галузі управління приміськими перевезеннями і формування комплексу завдань їх удосконалення у даний час є одним із найбільш актуальних напрямків діяльності на залізничному транспорті.

Основна частина дослідження. Підвищення та утримання приміського пасажиропотоку, що за останні роки постійно знижується, вимагає визначення комплексу першочергових завдань, вирішення яких дозволить оптимізувати параметри системи управління сполученням, підвищити конкурентоспроможність залізничних

приміських перевезень, скоротити витрати на ці перевезення при одночасному підвищенні їхньої якості. Ці завдання мають бути спрямовані на покращення та розширення сфери надання послуг приміському пасажиропотоку і враховувати наявні технічні засоби та економічні можливості галузі.

При вирішенні завдань такого характеру в контексті підвищення якості приміських пасажирських перевезень необхідно всебічно врахувати їхні особливості [3]. У порівнянні з іншими видами пасажирських перевезень приміські мають такі особливості:

- концентрація приміських перевезень поблизу від великих міст;
- масовість перевезень, при якій більшість пасажирів прямують на короткі відстані до 10-15 км від головної станції;
- нерівномірність руху за годинами доби, днями тижня, місяцями і сезонами;
- швидке падіння пасажиропотоку зі збільшенням відстані від міста або промислового центру ;
- необхідність частих зупинок для посадки і висадки пасажирів ;
- потреба значної частоти руху для максимального скорочення часу очікування поїздів пасажирами;
- суттєва нерівномірність попиту на перевезення в різні періоди часу, що спостерігається на основі дослідження приміських пасажиропотоків, які характеризуються значною добовою погодинною нерівномірністю та ін.

До сучасних пріоритетних напрямків підвищення якості послуг залізниць України в приміському сполученні можна віднести розвиток системи поїздів підвищеної комфортності, використання рейкових автобусів, реалізацію проектів «міських електричок» та інші перспективні проекти, пов’язані із впровадженням в експлуатацію нових типів рухомого складу.

Вважаючи на наявність в сучасних умовах розвитку пасажирського господарства, визначених напрямків розвитку приміського сектора УЗ не достатньо для ефективного вирішення всіх проблем, тому доцільним буде проведення дослідження закордонною досвіду організації пасажирських перевезень у провідних країнах світу.

За кордоном використання залізничного транспорту для внутрішньоміських перевезень є ефективним методом вирішення транспортних проблем. Міські залізниці надійно ввійшли в загальну транспортну систему мегаполісів і стали одним з основних видів міського транспорту. Приміські лінії в більшості західноєвропейських країн та найбільш розвинених азіацьких країнах, США тісно взаємопов’язані з міськими залізницями і в багатьох випадках практично є єдиною мережею [8].

У великих західнонімецьких містах отримали розвиток нові елементи транспортної інфраструктури, які з'єднали в єдину мережу наземне міське та приміське залізничне сполучення, метрополітен, трамвайні і автобусні лінії. Так, в Чехії введено єдиний проїзний документ для будь-якого міського транспорту. Залежно від потрібного часу на пересування змінюється і вартість квитка, найменша тривалість 75 хв коштує приблизно 15 грн. За цей час пасажир може пересісти в різні види транспорту, наприклад з електропоїзда на метро чи трамвай. Це збільшує привабливість в користу- ванні залізничними послугами, тим більше, що клієнту не потрібно стояти в довгих чергах в касу, а є можливість самостійно обслуговуватись в спеціальних терміналах. Такими терміналами користуються і пасажири в Німеччині та в багатьох країнах Європи. Лідером з використання залізниць в Європі у сфері пасажирських перевезень залишається Швейцарія: кожен громадянин країни проїжджає залізницею в середньому 1901 км на рік, що майже на 50 % більше, ніж у Франції, яка займає друге місце (1287 км/чол. на рік). Такий результат на залізницях Швейцарії став наслідком інвестиційної програми Bahn 2000, завдяки якій радикально реструктуризовано сполучення в напрямку Швейцарії на основі введеного в грудні 2004 р. розкладу з тактовими інтервалами відправлення потягів. Стабільне зростання в секторі пасажирських перевезень сприяло збільшенню прибутку в 2007 р. до 90,9 млн франків, що на 139 % вище за аналогічний період попереднього року.

Сучасні прогнози на залізницях Швейцарії оцінюють збільшення пасажирообігу на 40 % до 2030 р. Ступінь використання інфраструктури (один з найвищих у світі) і відсутність резервів пропускної спроможності створюють серйозну проблему для SBB. Тому заміна діючих систем сигналізації і управління рухом потягів

європейською системою ETCS (інвестиції досягли 400 млн євро) направлена на підвищення провізної спроможності мережі. До 2015 р. Швейцарія стане однією з перших країн, в якій лінії нормальної колії будуть повністю переведені на європейську систему управління рухом поїздів. Досвід залізниць Швейцарії показує, що ефективність пасажирських перевезень на напрямку залежить від рівня розвитку управління перевезеннями і впровадження сучасних досягнень науково-технічного прогресу. При цьому головні зусилля діяльності компанії направлені на створення швидкісного рухомого складу, відповідного сучасним вимогам пасажирів; введення розкладу з тактовими інтервалами відправлення потягів для скорочення часу поїздок; створення механізмів фінансування залізниць державою і його суб'єктами; впровадження технологій, які сприяють підвищенню провізної спроможності мережі і безпеки руху.

Тому в нашій країні без належного фінансування не може бути досягнуто технічного прогресу на світовому рівні, що б могло значно покращити технічний та фінансовий стан залізниць України [6].

У країнах Європи регіональні і приміські сполучення відіграють значну роль на ринку перевезень пасажирів загалом. Ця ніша ринку суспільного транспорту є надзвичайно важливою для забезпечення мобільності населення та оптимізації розподілу перевезень між видами транспорту на користь суспільного, сприяє розвантаженню транспортних шляхів (за рахунок скорочення частки приватних автомобілів), що інтенсивно використовуються навколо великих міст.

У Європі типовою для приміського сполучення є поїздка на відстань 15 км або тривалістю 30 хв, в регіональних сполученнях дальність поїздки зростає до 70 км, а тривалість до 1 год.

Отже, враховуючи закордонний досвід та перспективні напрямки розвитку, визначені провідними вченими та спеціалістами у сфері транспортних систем та приміських перевезень залізниць України [8], можливо виділити такі пріоритетні та найбільш ефективні шляхи удосконалення приміських первезень:

- застосування системи автоматизованої оплати на основних пасажироутворюючих станціях і організація перонного контролю на інших зупиночних пунктах;
- підвищення інтенсивності роботи роз'їзних квиткових касирів і провідників, що реалізують проїзні документи, та покращення контролю інспекторами наявності проїзних документів у пасажирів, а також роботи роз'їзних квиткових касирів і провідників пасажирських вагонів;
- контроль службою власної безпеки попередніх рівнів;
- оновлення рухомого складу, заміна фізично і морально застарілих електропоїздів на нові зразки – приміські поїзди на головній локомотивній тязі, рейкові автобуси, приміські поїзди розподіленої тяги різних складів та композицій;
- знаходження балансу між комфортністю поїздки (відсутністю тривалого очікування на платформі, тісноти у вагонах і тамбурах) і наповнюваністю електропоїздів;
- оптимізація графіків руху та обороту приміських поїздів на конкретних дільницях;
- підвищення швидкостей руху приміських поїздів, скорочення часу поїздки при суворому дотриманні встановленого графіка, впровадження тактового високошвидкісного руху;
- зниження інтервалу руху поїздів за рахунок застосування нового рухомого складу, підвищення видимості хвостового вагона;
- забезпечення зразкового санітарно-технічного стану поїздів і підтримки в них належного порядку;
- зниження криміногенної ситуації (в тому числі і шляхом посилення контролю за незаконною міграцією) і підвищення санітарного рівня на вокзалах, станціях і прилеглих до них територіях;
- впровадження жорсткого контролю за правильністю проходження через турнікети тільки при наявності власного проїзного документа;
- негайне і жорстке реагування на знаходження на територіях станцій та інших залізничних об'єктів незаконних торговців, осіб, які ведуть асоціальний спосіб життя;
- забезпечення регулярного руху громадського транспорту між житловими мікрорайонами і зупинками приміських поїздів, координації діяльності з автомобільним транспортом в частині узгодження розкладу руху автобусів з часом прибуття поїздів;

- ремонт та переукладання автомобільних доріг і пішохідних тротуарів, що підходять до станцій і зупинних пунктів, пішохідних переходів;
- розвиток та розширення комплексів послуг як залізничного, так і супутнього характеру, що надаються на вокзалах у приміських терміналах;
- використання квитководрукувальних автоматів самообслуговування, універсальних платіжних апаратів, суміщених з оплатою рахунків різних видів зв'язку;
- визначення оптимальної кількості приміських зон і схеми розміщення станційної мережі на приміських дільниць;
- визначення найкращих типів і розрахунку оптимальної кількості одиниць приміського рухомого складу та приміських поїздів взагалі для освоєння змінного пасажиропотоку на існуючих мережах;
- удосконалення системи планування перевезень та прогнозування попиту на короткострокові періоди, що відповідають інтенсивності зміни пасажиропотоків;
- впровадження адаптивної системи руху приміських поїздів зі змінними композиціями відповідно до рівнів наявних пасажиропотоків;
- покращення техніко-експлуатаційних пара-метрів і показників, що характеризують якість приміських пасажирських перевезень та ін.

Висновки. Через нестачу коштів залізниці змушені скорочувати інтенсивність руху приміських поїздів або встановлювати їх на рівні, який не повною мірою забезпечує потреби населення у перевезеннях. Крім того, конкуренція з іншими видами транспорту призводить до постійного переходу пасажирів на автотранспорт. Такий стан справ вимагає рішучого перегляду ставлення до приміському залізничного сектора та прийняття принципових заходів для забезпечення конкурентного функціонування і розвитку залізничних перевезень в довгостроковій перспективі, намагаючись як можна більше спиратись на вдалий досвід закордонних залізниць.

Список використаних джерел

1. Перевезення пасажирів залізничним транспортом України у приміському сполученні за останні 5 років [Електронний ресурс]: інформація Укрзалізниці. – Режим доступу: http://uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/327313/.

2. Сектор пригородных перевозок УЗ – проблемы и перспективы дальнейшего развития. [Электронный ресурс]: информация / «Пресс-релизы». – Режим доступа http://mcg.com.ua/news/ Press_ relizi/Sektor_prigorodnih_perevozok_UZ_%E2%80%93_problemi_i_perspektivi_dalneyshego_razvitiya.html.

3. Особливості організації приміських залізничних пасажирських перевезень [Електронний ресурс]: прайс-лист від 10.11.14 / studopedia.info. – Режим доступу: http://studopedia.info/1-31889.html.

4. Шерепа, К.М. Формування управління ефективністю приміського комплексу залізничного транспорту [Текст]: автореф. дис... д-ра екон. наук:11.01.2009 / К.М. Шерепа. – Харків, 2009. – 24 с.

5. Макаренко, М.В. Транспортний сектор економіки: тенденції та проблеми розвитку [Текст] / М.В. Макаренко, Ю.М. Цвєтов // Економіст. –2007. – № 6. – С. 24-27.

6. Гудков, О.М. Організаційно-економічні проблеми приміських пасажирських перевезень залізничним транспортом [Текст] / О.М. Гудков // Проблемы экономики и упрвления на ж.-д. транспорте: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – К.: КУЕТТ, 2007. – Т.2. – С.109-111.

7. Нестеренко, Г.І. Особливості організації сучасних приміських перевезень європейських країн [Електронний ресурс] / Г.І. Нестеренко О.О. Озерова, П.О. Яновський // Зб. наук. праць студентів та магістрантів Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Режим доступу: http://uzinfo.net/ua/events/9783/.

8. Сич, Є.М. Пасажирський комплекс залізничного транспорту: розвиток і ефективність [Текст] / Є.М. Сич, В.П. Гудкова. – К.: Аспект-Поліграф, 2004. – 248 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Константінов Деніс Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту.
Клепко Євгенія Олександрівна, студентка групи 12-5-ОПУТм Українського державного університету залізничного транспорту.

Konstantinov Denis professor, cand. of techn. sciences, Dept. of operational work Ukrainian State University of Railway Transport.
Klepko Yevhenyya student group 12-5 OPUTm-Ukrainian State University of Railway Transport.

Стаття прийнята 07.07.2015 р.

УДК 656.223.2.001.18

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ РУХОМИМ СКЛАДОМ

Канд. техн. наук Л.І. Рибальченко, магістр Н.М. Ковтун

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ

Канд. техн. наук Л.И. Рыбальченко, магістр Н.М. Ковтун

AUTOMATION TECHNOLOGY OPERATIONAL MANAGEMENT OF ROLLING STOCK

Cand. of techn. sciences L. Rybalchenko, master N. Kovtun

На даному етапі роботи залізниць продовжується тенденція зростання обсягів перевезень. У зв'язку з цим необхідним стає вирішення питання щодо раціонального використання вагонів та локомотивів, задля підвищення потужності переробки більших обсягів перевезень наявним в експлуатації рухомим складом та уникнення витрат на придбання нового.

Ключові слова: *автоматизація, технологія, порожні вагони, раціональне використання, мінімізація витрат.*

На данном этапе работы железных дорог продолжается тенденция роста объемов перевозок. В связи с этим необходимым становится решение вопроса по рациональному использованию вагонов и локомотивов, для повышения мощности переработки больших объемов перевозок имеющимся в эксплуатации подвижным составом и избежания расходов на приобретение нового.

Ключевые слова: *автоматизация, технология, порожние вагоны, рациональное использование, минимизация затрат.*

At this stage, the railways continued the trend of traffic growth. In this regard, it becomes necessary solution to the problem of rational use of cars and locomotives, to increase the capacity of processing large volumes of traffic available to operate the rolling stock and to avoid the cost of purchasing a new one. The paper discusses the steps train dispatcher in the performance management technology cars in the area, and found that by performing this work in an expeditious manner, it is difficult to make the right decision, given the large number of factors affecting the economic viability of the routes taken by traffic volumes. To automate this process, it developed a model, which is based on determining the optimal route. To do this, take into account: the cost of fuel on the locomotive and wagon-clock watch on the move and simple payroll costs locomotive crew.

Keywords: *automation technology, empty wagons, rational use, cost minimization.*

Вступ. Не дивлячись на сучасний стан економіки та дефіцит фінансів, Укрзалізниця не відмовляється від планів подальшого розвитку. Такий курс актуалізований практично всіма регіональними залізницями, він спрямований на вирішення двох завдань: залучення додаткових вантажопотоків, сформованих системою міжнародного сполучення, і підвищення обсягів внутрішніх перевезень вантажів. Для реалізації вищевказаного стає необхідним підвищення рівня конкурентоспроможності залізниць, якості обслуговування

клієнтів та розширення комплексу надання послуг.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Згідно з текстом пояснювальної записки до фінансового плану залізниць України на 2015 р., текст якої оприлюднено на веб-сайті Міністерства інфраструктури України, протягом даного року була запланована тенденція зростання обсягу перевезень залізницями. Так вантажообіг імпортних залізничних перевезень в Україні в 2015 році на 2,1 % більше, ніж в 2014 році і є найбільшим показником з імпорту [4].

Незважаючи на зменшення загальної потужності в 2015 році, в серпні цього року було навантажено у середньому на 10 % вантажів більше, ніж у серпні 2014 р. Так, за період з 1.08 по 27.08.2015 р. середньодобове навантаження залізниць склало 845,2 тис. т (у той час як в серпні 2014 р. цей показник становив 765,8 тис. т). Навіть був поставлений рекорд: виконане навантаження на 92 тис. т перевищує торішній серпневий максимум, коли залізниці перевезли 851,7 тис. т вантажів. Навантаження на залізничному транспорті збільшилося за рахунок стратегічних вантажів, таких як вугілля, залізна руда і зерно [10].

Для забезпечення значних обсягів перевезень насамперед надважливою є наявність достатньої кількості порожніх вагонів необхідного типу. У серпні робочий парк зерновозів налічував 13228 вагонів – на 559 од. більше, ніж у серпні 2014 р. Для забезпечення перевезень в умовах зростання обсягів вантажів з 1.07.2015 р. робочий парк піввагонів у власності Укрзалізниці був збільшений на 135 од., а зерновозів – на 183 од. [10]. Але для зростаючих обсягів перевезень ця кількість замала, а подальше оновлення рухомого складу потребує значних витрат. Отже, постає завдання оптимізації використання наявного в експлуатації рухомого складу. Стає необхідним освоєння нових підходів до організації перевезень, таких як розподіл та подача порожніх вагонів під навантаження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам, питанням та завданням, що стосуються оптимізації перевізного процесу, було приділено багато уваги. Ними займалися такі вчені та практики, як Акулінічев В.М., Бутько Т.В., Грунтов П.С., Гершвальд А.С., Данько М.І., Жуковицький І.В., Івницький В.А., Лаврухін О.В., Тулупов Л.П. та інші. Для різних випадків пропонувалися та розроблялися нові та удосконалені системи, технології за рахунок використання нових засобів, інформаційних систем, методів, розробок.

Визначення мети та завдання дослідження. Однією з важливих складових активної частини основних виробничих фондів залізничного транспорту є рухомий склад. Від рівня його технічної досконалості та стану, умов експлуатації, системи ремонту та обслуговування залежать результати діяльності транспорту в цілому. Аналіз вікового стану експлуатаційного парку рухомого складу вказує на його майже критичний стан. Таким чином, у найближчій перспективі одним з першочергових завдань залізниць є оновлення рухомого складу, що може здійснюватися за рахунок як придбання нової техніки, так і модернізації існуючої. В обох випадках це вимагає значних капітальних вкладень. В умовах нестачі інвестицій раціональним вирішенням такого питання може бути удосконалення технології та раціоналізація використання рухомого складу, який є у наявності на даному етапі.

Основна частина. Чітка і безперебійна робота залізничного транспорту багато в чому залежить від рівня професійної підготовки диспетчерського персоналу. Основна функція диспетчерів – прийняття керуючих рішень. До завдань диспетчера входять оцінка ситуації, вибір рішення, моделювання в пам'яті роботи станції, вузла, дільниці, полігону за обраним рішенням і прогнозування майбутньої ситуації [3,5]. Розподілення основних диспетчерських функцій за трудомісткістю наведено на рис. 1.

У рис. 1:

1 – запис та передача диспетчерських наказів про поїзди на роздільні пункти;

2 – введення графіка виконаного руху та додатки до нього;

3 – вибір варіантів диспетчерського регулювання;

4 – збір відомостей із роздільних пунктів, у тому числі про зайнятість колій;

5 – отримання інформації про поїзди, обмін підходами;

6 – установка маршрутів (при ДЦ);

7 – поточний облік приймання-здавання вагонів та інших показників експлуатаційної роботи.

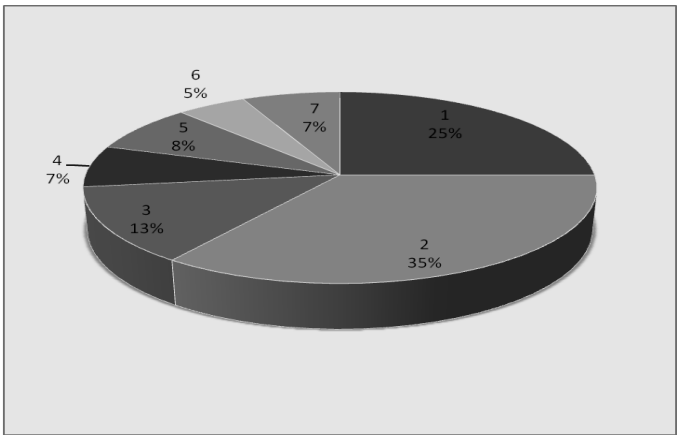


Рис. 1. Розподілення основних диспетчерських функцій за трудомісткістю

Здійснити подачу вагонів під навантаження треба точно у визначений термін, що вказаний у заявці вантажовласника. Це не легке завдання, адже на станції навантаження не завжди є потрібна кількість порожніх вагонів необхідного типу, тож їх треба доставити з інших станцій полігону. Тип, кількість вагонів, категорію поїзда та маршрут, за яким будуть доставлені вагони під навантаження з інших станцій, вирішують головний вагонорозподілювач та поїзний диспетчер [6]. Крім цього, вони забезпечують утримання вагонного парку на дорогах мережі відповідно до встановлених норм, а також виконання навантаження найважливіших вантажів у розмірах, встановлених добовим планом. Для вирішення цих завдань вони постійно контролюють наявність вагонних парків на дорогах мережі і пересування регулювальних маршрутів. За допомогою одержання даних про передачу вагонів за типом рухомого складу через міждорожні стикові пункти і забезпеченості залізниць навантажувальними ресурсами головний вагонорозподілювач контролює виконання регулювальних завдань. Вплив на хід перевізного процесу на дорогах мережі він здійснює за допомогою реалізації таких оперативних заходів: вказівок щодо обстановки, переміщення та вилучення вагонів з резерву; збільшення або обмеження норм навантаження за окремими призначеннями; зміни схем пропуску порожніх складів та окремих груп вагонів; підготовки та видачі завдань по здачі з-під вивантаження вагонів за типом рухомого складу [7,8,9].

Диспетчер для успішного виконання всіх покладених на нього функцій повинен володіти навичками швидкого прийняття рішень. Як би добре він не знав технологію роботи, такі навички можна отримати тільки на практиці. З накопиченням досвіду роботи в пам'яті диспетчера формується певний набір різних ситуацій і ряд їх раціональних рішень. Та виконуючи цю роботу в оперативному порядку, важко прийняти правильне рішення з урахуванням великої кількості різних факторів, які впливають на економічну доцільність маршрутів прямування вагонопотоків та раціональне використання вагонного парку [1,3]. Багаторазово прискорити і полегшити цей процес можна за допомогою його автоматизації.

Для автоматизації вищевказаного процесу прийняття рішень та мінімізації витрат на доставку вагонів необхідно розробити модель, в основі якої буде лежати визначення раціонального маршруту. Для цього необхідно врахувати всі витрати та умови здійснення подачі вагонів. До них можна віднести витрати на паливо, локомотиво-години у русі та простої, вагоно-години у русі та простої, заробітну плату локомотивної бригади. Отже, цільова функція в неявному вигляді буде такою:

$$f(c) = c_1^n + c_2^{лр} + c_3^{лп} + c_4^{ер} + c_5^{вп} + c_6^{зп} \to \min ,$$

де c_1^n - витрати на паливо, грн;

$c_2^{лр}$ - витрати на локомотиво-години у русі, грн;

$c_3^{лп}$ - витрати на локомотиво-години у простої, грн;

$c_4^{вр}$ - витрати на вагоно-години у русі, грн;

$c_5^{вп}$ - витрати на вагоно-години у простої, грн;

$c_6^{зп}$ - витрати на заробітну плату локомотивної бригади.

Далі необхідно врахувати обмеження та привести цільову функцію у явний вигляд. До обмежень відносяться: кількість вагонів у складі поїзда з урахування допустимої маси та довжини на дільниці або перегоні; час руху між станціями, що не повинен перевищувати термін подачі під навантаження, вказаний у заявці; час зміни локомотивної бригади. Після приведення функції у явний вигляд необхідно визначитися зі способом її вирішення. Диспетчеру важко виконувати такі достатньо складні та займаючі немало часу розрахунки в оперативному режимі багато разів на зміну, тому потрібно автоматизувати цей процес. Для цього необхідно визначитися з методом. Одним із багатьох є метод перебору варіантів, та його значний недолік – тривалий пошук рішення. Отже, маємо знайти якийсь аналог. Таким методом є генетичні алгоритми [2]. Його використання забезпечить більшу швидкість отримання результату, а його спроможність до адаптування є дуже важливою для поставленого завдання, адже вона стосується оперативного планування, яке здійснюється в постійно мінливих умовах.

Таким чином, виявлено необхідність подальшої роботи щодо розробки автоматизації технології розподілу та доставки вагонів.

Висновки. На основі статистичних даних виявлено зростання обсягів навантажень, що викликає необхідність реагування залізниць швидкою подачею порожніх вагонів “точно в строк”. Та виконання цієї умови ускладняється нестачею рухомого складу. В роботі запропоновано раціональне використання наявних вагонів з оптимізацією витрат на доставку на основі автоматизації технології їх подачі.

Список використаних джерел

1. Гершвальд, А.С. Оптимизация оперативного управления процессами грузовых перевозок на железнодорожном транспорте [Текст] / А.С. Гершвальд. – М.: Интертекст, 2001. – 240 с.

2. Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы [Текст] / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – М.: Физматлит, 2006. – 320 с.

3. Грошев, Г.М. Пособие поездному диспетчеру и дежурному по отделению [Текст] / Г.М. Грошев, В.А. Кудрявцев, Г.А. Платонов, А.Д. Чернюгов. – М.: Транспорт, 1992. – 368 с.

4. Грузооборот импортных железнодорожных перевозок в Украину в 2015 году будет максимальным почти за 20 лет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ukrrudprom.com/news/Gruzooborot_importnih_gd_perevozok_v_Ukrainu_v_2015_godu_budet_m.html.

5. Единый диспетчерский центр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http: // www.uzrailway.uz/rus_p_8_p_3.html.

6. Заглядимов, Д.П. Организация движения на железнодорожном транспорте [Текст] / Д.П. Заглядимов. – М.: Транспорт, 1985. – 356 с.

7. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України [Текст]: офіц. текст. – К.: Мін-во транспорту та зв´язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне управління перевезень, 2005. – 99 с.

8. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України: [Текст]: офіц. текст № 969-ЦЗ [прийнято та надано чинності наказом Укрзалізниці від 15 грудня 2004 р.]. − К.: Мін-во транспорту та зв’язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне управління перевезень, 2004. – 48 с.

9. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України [Текст]: офіц. текст. – К.: Мін-во транспорту та зв’язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне управління перевезень, 2005. – 458 с.

10.Укрзализныця поставила очередной рекорд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://transport-journal.com/news/ukrzalyznyitsya-postavyla-ocherednoj-rekord-pohruzky/.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Огар

Рибальченко Лілія Ігорівна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-88.
E-mail: rubalchenko_liliya@mail.ru.
Ковтун Наталія Михайлівна, студентка факультету управління процесами перевезень Українського державного університету залізничного транспорту, спеціальність "Організація перевезень та управління на транспорті (залізничний транспорт)". E-mail: kovtun.n1993@gmail.com.

Rybalchenko Liliya Igorivna, c-t science, Lecturer department of management of operational work Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-88. E-mail: rubalchenko_liliya@mail.ru.
Natalia Kovtun, student of management processes of transport Ukrainian State University of Railway Transport, specialty "Organization of transport and management of transport (rail)." E-mail: kovtun.n1993@gmail.com.

Стаття прийнята 07.09.2015 р.

УДК 656.073

ВИБІР ВИДУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛОЖЕНЬ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Асп. О.О. Шапатіна

ВЫБОР ВИДА ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Асп. О.А. Шапатина

CHOICE OF TYPE OF CARGO using the provisions of fuzzy sets

Graduate O. Shapatina

У статті розглянуто підхід щодо вибору виду перевезень вантажів із застосуванням положень теорії нечітких множин.

Пошук оптимального рішення виконано за допомогою програмного комплекту MathCAD, Excel при відомій ціновій матриці і коефіцієнтах приналежності, при цьому як оптимальний обирається варіант з максимальним значенням приналежності.

Ключові слова: *вид перевезень вантажів, теорія нечітких множин, функція приналежності.*

В статье рассмотрен подход к выбору вида перевозок грузов с применением положений теории нечетких множеств.

Поиск оптимального решения выполнен с помощью программного комплекта MathCAD, Excel при известной ценовой матрице и коэффициентах принадлежности, при этом в качестве оптимального избирается вариант с максимальным значением принадлежности.

Ключевые слова: *вид перевозки грузов, теория нечетких множеств, функция принадлежности.*

In the transition economy and industries of Ukraine to a market for rail transport is growing competition from other modes of transport, the widespread use began to take combined freight transport.

In modern conditions when choosing the type of cargo the focus provided by indicators such as the cost of transportation, speed of delivery, reliability of transport, transport safety, and even many factors

influencing the choice of transportation. Because of such factors and multifactorial not always clear information on the service provision is necessary in the application of fuzzy sets.

Thus, in the article the approach to choosing the type of cargo transportation by using the theory of fuzzy sets.

By using the software supplied MathCAD, Excel to price matrix coefficients and accessories search is conducted and certain types of traffic has a maximum value alternative - bimodal transportation.

The technique allows you to create a database to determine freight transport technology.

Keywords: *the type of cargo, the theory of fuzzy sets, function accessories.*

Вступ. В умовах переходу економіки та галузей промисловості України до ринкових відносин для залізничного транспорту зростає конкуренція з боку інших видів транспорту, широкого застосування почали набувати комбіновані перевезення вантажів.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Обґрунтований вибір виду перевезень дозволяє значно скоротити витрати на всі складові перевезень. В умовах багатофакторності виникає потреба прийняття оптимальних рішень. Завданням прийняття рішень приділяється значна увага в наукових та прикладних дослідженнях, методах теорії вибору, експертних системах, імітаційному моделюванні, теорії ігор стосовно роботи залізниць [1, 2]. Оскільки сучасний транспорт функціонує в умовах невизначеності оточення і перспектив розвитку, цілі управління можуть змінюватися, що викликає необхідність розробки методів нечіткої багатокритеріальної оптимізації [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями удосконалення змішаних, комбінованих, інтермодальних перевезень займалися такі вчені, як Бутько Т.В., Дьомін Ю.В., Кірпа Г.М., Котенко А.М., Ломотько Д.В., Мироненко В.К., Миротін Л.Б., Резер С.М., Шибаєв О.Г. та інші вітчизняні та закордонні вчені.

Відомо, що одним з головних напрямків транспортної політики Європейського Союзу в останні роки став розвиток системи комбінованих перевезень вантажів, що передбачає на основі логістичних принципів роботу суцільних транспортних ланцюгів як єдиного «перевізного конвеєра». Міжнародна практика свідчить, що більше третини всіх міжнародних вантажних перевезень здійснюється за принципом «від дверей до дверей» [5, 6].

Змішані перевезення являють собою один з напрямків технічного прогресу, що швидко розвивається на залізничному транспорті. Спостерігається тенденція до розвитку технологій змішаних перевезень, які сполучають переваги автомобільного та залізничного транспорту. Їх обсяг складає 20-25 % загальних вантажних перевезень західноєвропейських і північноамериканських залізниць [7].

Таким чином, необхідно розробити методику, що дозволить формувати базу даних щодо визначення транспортної технології перевезення вантажів. Порівняння видів транспортних перевезень вантажів проводиться для автомобільно-залізничних, автомобільних, залізничних та бімодальних перевезень.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою статті є обґрунтування вибору виду перевезень вантажів із застосуванням положень теорії нечітких множин.

Для досягнення мети визначені такі завдання:

- розгляд підходів щодо вибору виду перевезень вантажів;
- застосування положень теорії нечітких множин при обранні виду перевезень вантажів;
- визначення максимального значення приналежності для обрання оптимального варіанта перевезень вантажів.

Наукова новизна полягає у вирішенні науково-технічного завдання обґрунтування вибору виду перевезень вантажів із застосуванням теорії нечітких множин, що дозволить удосконалити використання транспортних засобів та забезпечить значне скорочення витрат на перевантажувальні операції.

Основна частина дослідження. В сучасних умовах при обранні виду перевезення вантажів основну увагу надають таким показникам, як вартість перевезення, швидкість доставки, надійність перевезення, схоронність вантажів та ще багатьом чинникам, що впливають на вибір виду перевезення. У зв'язку

з такою багатофакторністю чинників та не завжди чіткою інформацією щодо надання послуг виникає необхідність у застосуванні теорії нечітких множин.

Створення теорії нечітких множин – це спроба формалізувати людський спосіб міркувань. Розвиток обчислювальної техніки дозволяє в даний час створювати на базі теорії нечітких множин системи нечіткої логіки, які копіюють спосіб міркувань людини [8, 9].

Сформулюємо постановку завдання. Нехай є множина із K альтернатив $A=\{a_1, a_2, ..., a_i\}$. Тоді для критерію $П$ може бути розглянута нечітка множина

$$П=\{\mu_П(a_1)/a_1, \mu_П(a_2)/a_2, ..., \mu_П(a_i)/a_i\}, \quad (1)$$

де $\mu_П(a_i)$ [0, 1] — оцінка альтернативи a_i за критерієм $П$, який характеризує ступінь відповідності альтернативи поняттю, що визначається критерієм $П$.

Якщо є n критеріїв: $П_1$, $П_2$, ... , $П_n$, то найкращою вважається альтернатива, що задовольняє і критерій $П_1$, і $П_2$, і $П_n$. Тоді правило для вибору найкращої альтернативи може бути записано у вигляді перетину відповідних нечітких множин:

$$D=П_1 \cap П_2 \cap ... \cap П_n . \quad (2)$$

Операції перетину нечітких множин відповідає операція *min*-, що виконується над їх функціями приналежності, найкращою обирається альтернатива a^*, яка має найбільше значення функції приналежності.

Розглянемо процедуру вибору варіантів видів перевезень при різній важливості вимог (критеріїв).

У випадку, якщо критерії $П_i$ мають різну важливість, кожному з них приписується число $a_i \geq 0$ (чим важливіше критерій, тим більше a_i), і правило вибору набуває такого вигляду:

$$D=П_1^{a_1} \cap П_2^{a_2} \cap ... \cap П_n^{a_n}, \quad (3)$$

$$a_i \geq 0,\ i=1...n,\ \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i = 1. \quad (4)$$

Коефіцієнти відносної важливості визначаються на основі процедури парного порівняння критеріїв. Спочатку формується матриця A, елементи якої задовольняють такі умови: $m_{ij}=1$; $m_{ij}=1/m_{ij}$.

Після чого визначається w - власний вектор матриці A, який відповідає максимальному власному значенню z_{max}. Шукані значення коефіцієнтів a_i отримують множенням елементів *w* на *n* для виконання умови

$$a_i i = nw_i . \quad (5)$$

Поставлено завдання вибору виду транспортних перевезень вантажів для таких варіантів: a_1 – автомобільно-залізничні перевезення, a_2 – автомобільні перевезення, a_3 – залізничні перевезення, a_4 – бімодальні перевезення.

Основними вимогами (критеріями) при виборі виду перевезень були обрані такі: $П_1$ – дальність перевезення, $П_2$ – швидкість доставки, $П_3$ – надійність перевезення.

В результаті експертної оцінки отримали такі дані, що характеризують ступінь приналежності видів перевезень заданим вимогам:

$$П_1=\{0,6/a_1; 0,3/a_2; 0,7/a_3; 0,8/a_4\},$$

$$П_2=\{0,7/a_1; 0,9/a_2; 0,6/a_3; 0,3/a_4\},$$

$$П_3=\{0,5/a_1; 0,5/a_2; 0,6/a_3; 0,6/a_4\}.$$

Критерії мають різну важливість, результати їх попарного порівняння подані матрицею A. Використовуючи засоби MathCAD, знайдемо власне значення цієї матриці (функція eigenvals (*A*)) і власний вектор, відповідний максимальному власному значенню (функція eigenvec (*A, z*)) [10].

Матриця важливості має вигляд

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1/5 \\ 1/3 & 1 & 1/7 \\ 5 & 7 & 1 \end{pmatrix}.$$

Власне значення матриці за допомогою функції eigenvals (*A*) MathCAD набуває вигляду

$$eigenvals(A) = \begin{pmatrix} 3{,}065 & \\ -0{,}032 & +0{,}445i \\ -0{,}032 & -0{,}445i \end{pmatrix}.$$

Власний вектор, що відповідає максимальному власному значенню за допомогою функції eigenvec (*A, z*) MathCAD, має вигляд

$$eigenvec(A, 3{,}065) = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0{,}248 \\ -0{,}107 \\ -0{,}963 \end{pmatrix}.$$

Знаходимо коефіцієнти відносної важливості критеріїв

$$m_i = m\begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} mw_1 \\ mw_2 \\ mw_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0{,}744 \\ -0{,}321 \\ -2{,}889 \end{pmatrix}.$$

Пошук оптимального рішення проводився за допомогою програмного комплекту MathCAD, Excel при наведеній ціновій матриці і коефіцієнтах приналежності згідно з процедурою, що подана на рис. 1.

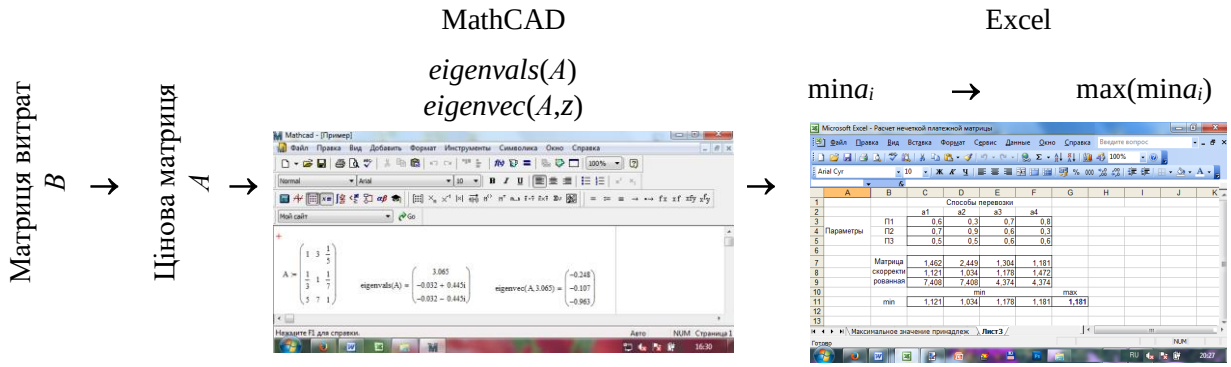


Рис. 1. Пошук оптимального рішення

В результаті розрахунків для вихідних даних отримуємо такі дані, що подані на рис. 2 у вигляді розширеного вікна.

Як видно з розрахунків (рис. 2), максимальне значення має альтернатива a_4 (бімодальні перевезення), другою є a_3 (залізничні перевезення), третьою – a_1 (автомобільно-залізничні перевезення), останньою – a_2 (автомобільні перевезення).

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку:

1. За допомогою використання програмного комплекту MathCAD, Excel при ціновій матриці і коефіцієнтах приналежності проведено пошук варіантів виду перевезення і за визначеним максимальним значенням обрано альтернативу – бімодальні перевезення.

2. Запропонована методика дозволяє формувати базу даних щодо визначення транспортної технології перевезення вантажів.

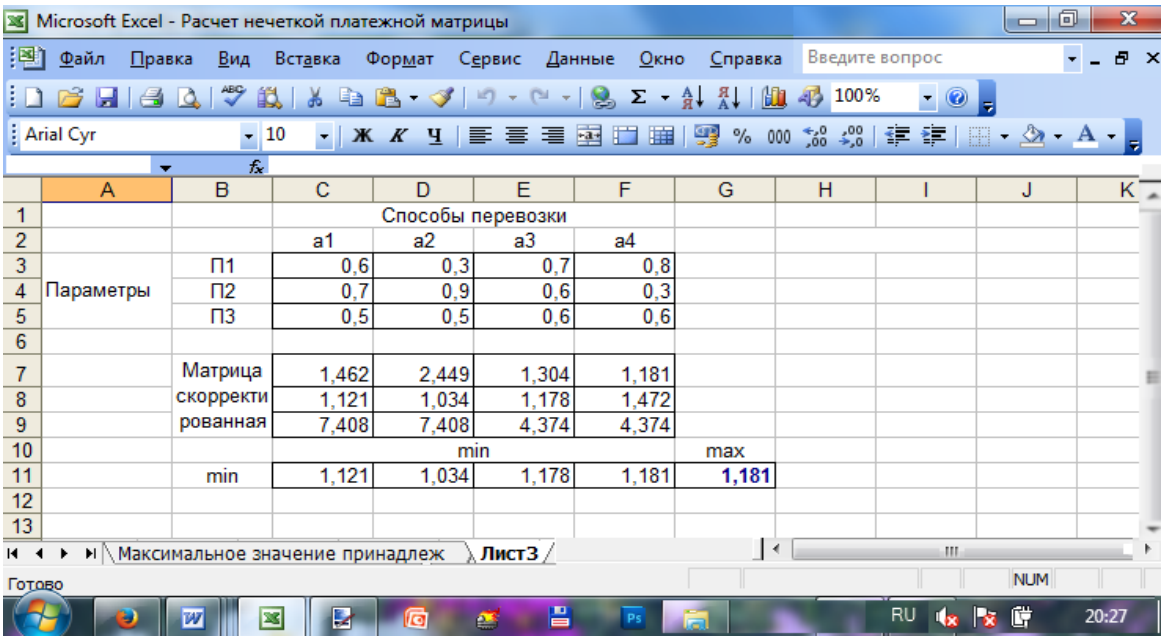


Рис. 2. Розширене вікно результатів розрахунків за допомогою програми Excel

Список використаних джерел

1. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

2. Негойце, К. Применение теории систем к проблемам управления [Текст] / К. Негойце. – М.: Мир, 1981. – 183 с.

3. Жуковин, В.Е. Нечеткие многокритериальные модели принятия решений [Текст] / В.Е. Жуковин. – Тбилиси: Мецниереба, 1988. – 71 с.

4. Зайченко, О.Ю. Дослідження операцій [Текст]: зб. задач / О.Ю. Зайченко, Ю.П. Зайченко. – К.: Слово, 2007 – 472 с.

5. Проблемы и перспективы развития комбинированных (контрейлерных) перевозок в Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://transport-journal.com/dlya-hlavnoj-stranytsyi-s-foto/problemyi-y-perspektyvyi-razvytyya-kombynyrovannyih-kontrejlernyih-perevozok-v-ukrayne/. – Загл. с экрана.

6. Авдеев, С. Комбинированный транспорт-реальность завтрашнего дня? [Текст] / С. Авдеев // Українські залізниці. – 2014. – № 1(7). – С. 30–32.

7. Яцківський, Л.Ю. Загальний курс транспорту [Текст]: навч. посібник / Л.Ю. Яцківський, Д.В. Зеркалов. – К.: Арістей, 2007. – 544 с.

8. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств [Текст] / А. Кофман. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.

9. Макаров, И.М. Теория выбора и принятия решений [Текст]: учеб. пособие / И.М. Макаров, Т.М. Виноградская, А.А. Рубчинский, В.Б. Соколов. – М.: Наука, 1982. – 328 с.

10. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ, 2005. – 736 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Огар

Шапатіна Ольга Олександрівна, аспірант, асистент кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-85. E-mail: olga-paradigma@yandex.ua.

Shapatina Olga graduate, assistant chair of Manage freight and commercial work Ukrainian State University of Railway Transport. Phone: 730-10-85. E-mail: olga-paradigma@yandex.ua.

Стаття прийнята 07.09.2015 р.

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ZBIRNIK NAUKOVIH PRAC' UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT

Випуск 156

Збірник включено до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України № 1-05/4 від 26 травня 2010 р.)

Статті друкуються мовою оригіналу

Редактори Еткало О.О., Страхова В.В., Третьякова К.А.

Відповідальні за випуск Кулешов В.В., Бауліна Г.С.

КВ № 21515 - 11415ПР від 27.07.2015 р. Підписано до друку 05.10.15 р.
Формат паперу А4. Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 13,0. Тираж 105. Замовлення № .

Видавець Український державний університет залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.