



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УКРАЇНСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Випуск 137

Харків 2013

УДК 656.212:656.225

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

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

З електронною версією збірника можна ознайомитися на сайті: <http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Znpudazt/index.html>.

Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (Польща).

ISSN 1994-7852

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 8617 видано 06.04.2004 р.

Друкується за рішенням вченої ради академії, протокол №3 від 26 березня 2013 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 М.І. Данько	– голова ради
д.т.н., професор Д.В. Ломотько	– заступник голови
к.т.н., професор А.О. Каграманян	– заступник голови
завідуючий НДЧ	– заступник голови

Члени ради:

д.т.н., професор А.Б. Бойнік	д.е.н., професор Л.О. Позднякова
д.т.н., професор Т.В. Бутько	д.т.н., професор А.А. Пługін
д.е.н., професор В.Л. Дикань	д.т.н., професор Ю.В. Соболев
д.т.н., професор С.А. Єрошенков	д.т.н., професор Е.Д. Тартаковський
д.т.н., професор А.М. Котенко	д.т.н., професор Л.А. Тимофєєва
д.т.н., професор С.В. Лістровий	д.т.н., професор А.П. Фалендиш
д.т.н., професор В.І. Мойсеєнко	д.т.н., професор Я.В. Щербак
д.т.н., професор С.І. Приходько	

Експлуатація залізниць

д.т.н., професор Т.В. Бутько – головний редактор
д.т.н., професор М.М. Бабаєв
д.т.н., професор А.Б. Бойнік
д.т.н., професор А.М. Котенко
д.т.н., професор О.Г. Шибєєв
д.т.н., професор В.Я. Негрей
д.т.н., професор В.Н. Бобровський
д.т.н., професор І.В. Жуковицький
д.т.н., професор Є.С. Альшинський

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

ISSN 1994-7852

Зареєстровано 2 червня 2007 р.
у ISSN International Centre 20. Rue
Bachumont, 75002 PAPIS, FRANCE

©Українська державна академія
залізничного транспорту, 2013

ЗМІСТ

<i>Ломотько Д.В., Ковальов А.О., Ковальова О.В.</i> Удосконалення функціонування автоматизованої системи розподілу транспортних ресурсів на Харківській дирекції залізничних перевезень	5
<i>Котенко А.М., Шилаєв П.С., Світлична А.В.</i> Визначення доцільності та моделювання контрейлерних перевезень	11
<i>Огар О.М.</i> Математична модель визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю насувної частини сортувальних гірок	17
<i>Альошинський Є.С., Пестременко-Скрипка О.С.</i> Аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагонів	24
<i>Лаврухін О.В., Доценко Ю.В., Долгополов П.В.</i> Формування оптимізаційної моделі розрахунку оперативного плану поїзної роботи залізничної станції	30
<i>Мартинов И.Э., Орел Е.Ф., Ватуля Г.Л.</i> Напряженно-деформированное и предельное состояние трехслойных плит	34
<i>Запара В.М.</i> Дослідження роботи пунктів комерційного огляду станції Дебальцеве-Сортувальна Донецької залізниці	40
<i>Берестов І.В., Шаповал Г.В., Валуйська Ю.В.</i> Вибір раціональної технології обслуговування составів у пасажирському комплексі	46
<i>Кулешов В.В., Олефір О.С., Селюк Д.В., Турченко І.В.</i> Удосконалення інформаційної технології взаємодії залізничних адміністрацій та операторів перевезень за умовами логістики	55
<i>Продащук С.М., Рахматулова Т.М., Кухарчик Ю.І.</i> Математична модель взаємодії автомобільного і залізничного транспорту при переробці контейнерів	61
<i>Розсоха О.В., Федорко І.П.</i> Перспективи удосконалення підходів до оцінки ефективності експлуатаційної діяльності залізниць	67
<i>Крячко К.В., Шалімова О.М., Кабанець Є.В.</i> Мінімізація експлуатаційних витрат при удосконаленні технічного стану сортувальних станцій	73
<i>Куценко М.Ю., Христиненко О.О., Віслов Я.В., Мельниченко О.В., Мельниченко С.В.</i> Розрахунок економічної ефективності впровадження вагонних уповільнювачів нового покоління на механізованих сортувальних гірках України	78
<i>Обухова А.Л.</i> Питання пріоритету для пасажирських та вантажних поїздів при змішаному русі	83
<i>Костенніков О.М.</i> Формування системи підтримки прийняття рішень оперативних працівників при виконанні місцевої роботи на залізничних полігонах	88

<i>Бауліна Г.С.</i> Формування моделі функціонування транспортно-логістичного центру	95
<i>Запара Я.В.</i> Розширення технологічних задач АРМ вузлового диспетчера при плануванні технології роботи	99
<i>Богомазова Г.Є.</i> Удосконалення методів визначення ефективності маршрутизації перевезень з урахуванням сучасних вимог	105
<i>Каньовська Д.В.</i> Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи місцевої роботи залізничного транспорту	110
<i>Кулешов А.В.</i> Удосконалення інформаційного забезпечення розв'язання задачі моделювання маршрутних перевезень масових вантажів	122
<i>Шелехань Г.І.</i> Застосування принципів системного аналізу для раціоналізації функціонування припортових вантажних станцій з обслуговуванням контейнерних вантажопотоків	130
<i>Шапатіна О.О.</i> Визначення сфери ефективності бімодальних перевезень	135
<i>Любченко А.О.</i> Аналіз підходів до управління пропускнуою спроможністю залізниць	142

УДК 656.222.23

*Д-р техн. наук Д.В. Ломотко,
канд. техн. наук А.О. Ковальов,
асп. О.В. Ковальова*

*Doct. of techn. sciences D.V. Lomotko,
cand. of techn. sciences A.O. Kovalov,
postgraduate O.V. Kovalova*

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНИХ РЕСУРСІВ НА ХАРКІВСЬКІЙ ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

IMPROVING THE PERFORMANCE OF AUTOMATED DISTRIBUTION TRANSPORT RESOURCES AT THE KHARKOV RAILWAY DEPARTMENT

Вступ. Залізничний транспорт відіграє важливу роль на ринку товарів вітчизняних виробників. Важливим етапом поліпшення ефективності функціонування залізниць України є удосконалення технології роботи, у першу чергу з вагонним парком. До основних процесів управління на залізничному транспорті належать операції з вантажними вагонами, пов'язані з навантаженням, формуванням, переміщенням, вивантаженням і регулюванням їх перевезення в порожньому стані.

Актуальність. Підвищення ефективності роботи з парком вантажних вагонів за рахунок створення нових та удосконалення існуючих автоматизованих систем оперативного керування перевезеннями та автоматизованих систем керування вагонними парками Укрзалізниця є на сьогоднішній день одним з найактуальніших питань, пов'язаних із прийняттям ефективних регулювальних заходів з передислокації та раціонального використання транспортних засобів і задоволення потреб вантажовласників.

Постановка проблеми. Відсутність системи підтримки прийняття рішення для

визначення ефективності розподілу рухомого складу, а саме з урахуванням наявності транспортних ресурсів необхідної категорії придатності для перевезення заданої номенклатури вантажів, їх кількості, можливості подання під навантаження з мінімальними витратами, пов'язаними з експлуатаційними показниками, не дає можливості якісного надання послуг вантажовласникам.

Аналіз досліджень і публікацій. Питанням, пов'язаним із ефективністю розподілу порожнього рухомого складу за рахунок оновлення інформаційної системи певних АРМ, забезпеченням вантажовласників достатньою кількістю транспортних засобів у повному обсязі, у наш час приділяється велика кількість наукових праць [1, 2, 3]. У роботі [4] розглядаються питання, пов'язані з нестачею рухомого складу та несвоєчасним поданням вагонів під навантаження з причини низької пропускної спроможності станцій, але недостатньо приділяється уваги придатності цих засобів під навантаження, своєчасній подачі під навантаження, розташуванню технічних

станцій і станцій формування, на яких необхідно здійснити навантаження.

Виклад основного матеріалу.

Останнім часом характерним є вдосконалення існуючих і створення нових рівнів інформатизації в організації перевезень. На залізничному транспорті створюються автоматизовані системи управління різними процесами. До числа завдань, що вирішуються цими системами, належить оперативне планування експлуатаційної роботи та управління технологічними процесами, до складу яких належать питання, пов'язані з розподілом парку порожніх вантажних вагонів і забезпеченням навантаження.

В Україні з 2007 року впроваджена в експлуатацію та функціонує Автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ) [5]. Порядок планування перевезень вантажів в автоматизованому режимі визначає «Технологія планування перевезень вантажів в автоматизованій системі АС МІСПЛАН», що у свою чергу є підсистемою АСК ВП УЗ. Дана технологія враховує виконання замовлень вантажовідправників на перевезення. З урахуванням сконцентрованої наявності порожнього рухомого складу на крупних технічних і вантажних станціях: Основа, Харків-Сортувальний, Золочів, Шебелинка, а також станціях, на яких виконується документальне оформлення власних вантажних операцій і вантажних операцій прикріплених станцій: Лихачеве, Краснопавлівка, Красноград, Зміїв, Козача Лопань, штату ДНЦОВ, що складається з одного змінного вагонорозпорядника на правах чергового по дирекції, за основу прийнято полігон Харківської дирекції залізничних перевезень.

Згідно з математичним описом виконання заявок вантажовідправників розроблено математичну модель, основою якої є завдання забезпечення заявки відправника необхідним транспортним ресурсом. Критерієм такого виконання

заявки виступають мінімальні витрати вагоно-кілометрів і вартість подачі вагонів певної категорії придатності під навантаження. Виконання заявки може визначатися поняттями, в основі яких є формування составів поїздів з урахуванням категорії придатності. На основі категорії придатності вагонів формуємо якість составів. Для цього на множині вагонів вводимо частковий порядок, визначаючи для деяких пар составів відношення: состав кращого технічного стану та состав гіршого технічного стану. Через те, що порядок частковий, не між будь-якою парою існує відношення «краще-гірше», деякі пари залишаються непорівняними. Однак на множині існує єдиний состав найкращої якості та єдиний состав найгіршої якості. Будь-який інший состав знаходиться між ними, тому для составів з будь-яким технічним станом існує кращий або рівний. Тоді на множині составів можна ввести порядок, індукований порядком, введеним раніше на множині заявок. Порядок індукується точним виконанням заявок. Це дозволить зробити висновок, чи точно виконана заявка або виконана краще чи гірше, ніж було потрібно. Тим самим повною мірою визначиться поняття «заявка виконана не гірше ніж». Це забезпечить можливість надання необхідного транспортного ресурсу та виконання заявки вантажовідправника згідно з його потребою.

Запропоновано такий опис математичної моделі формування составів, на основі якої створено АРМ.

Задано полігон залізниці у вигляді оснащеного графа G . Оснащення виконується величиною відстані між пунктами накопичення і формування.

Нехай $[G]=[r_{ij}]$ – оснащена матриця інцидентності, $i, j=1, 2, \dots, l$, де l – множина вершин графа (елементами матриці є відстань між вершинами-пунктами); $A=\{A_{ij}^{\alpha}\}$ – множина пунктів накопичення вагонів, $B=\{B_{ij}^{\beta}\}$ – множина пунктів

навантаження вагонів, $\chi = \{\chi_k\}^{\gamma}_1$ – множина технічних станів вагона.

Окрім того, задано: A – матриця накопичення, тобто матриця, що описує кількість вагонів необхідної категорії, які знаходяться в певних пунктах; Z – матриця заявок, тобто кількість вагонів вказаної якості, що потрібна у вказаних пунктах; Z' – матриця заявок, що відкориговані.

Метою моделювання є формування составів станом не гірше ніж у заявці за умови мінімізації пробігів. Тоді цільова функція має вигляд

$$\Phi(x_{ijk}) = \sum_{i=1}^{\alpha} \sum_{j=1}^{\beta} \sum_{k=1}^{\gamma} r_{ij} \omega_k x_{ijk} \quad (1)$$

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

ω_k – вартість вагона відповідної категорії придатності k ;

x_{ijk} – кількість вагонів категорії придатності k , що направляються з пункту A_i в пункт B_j згідно з відкоригованою заявкою.

Відповідно схематичне зображення поданої моделі має такий вигляд, як на рис. 1.

Розглянемо на прикладі роботу моделі.

Задано 3 пункти накопичення: A_1, A_2, A_3 , 2 пункти формування: B_1, B_2 , сортувальна станція C (рис. 2).

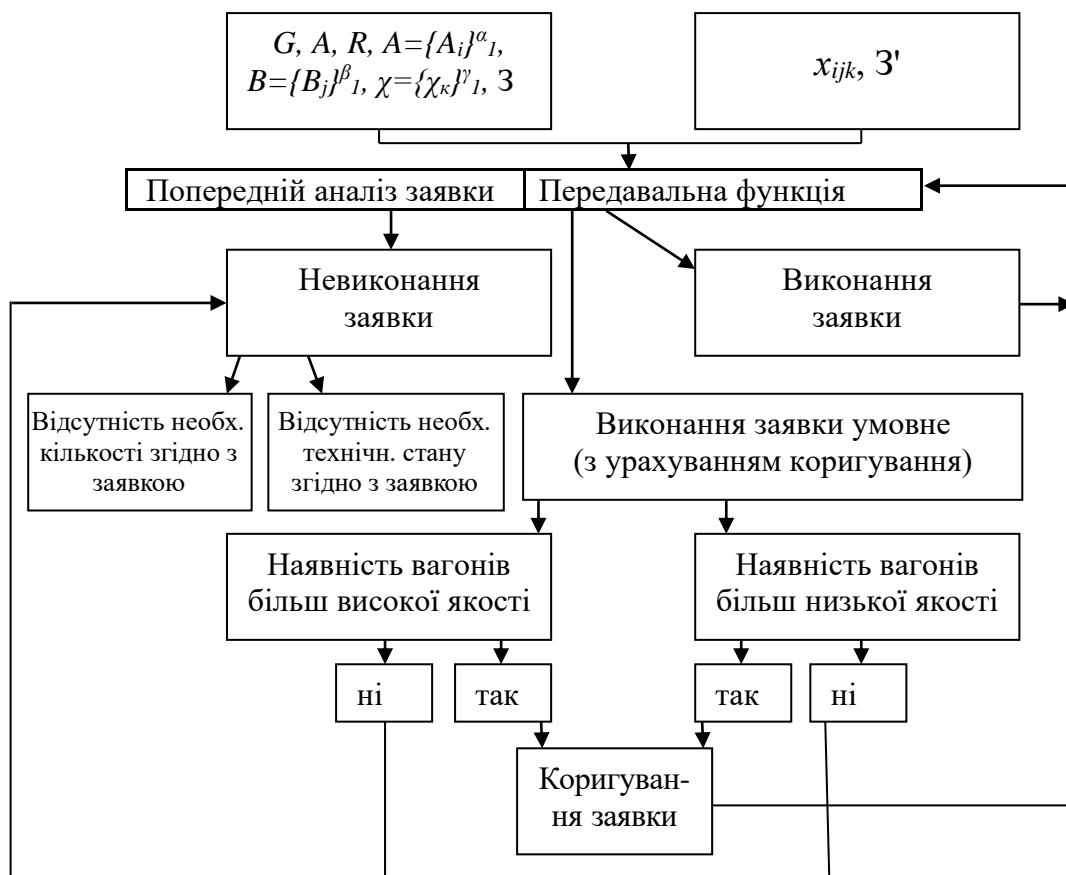


Рис. 1. Алгоритм виконання моделювання

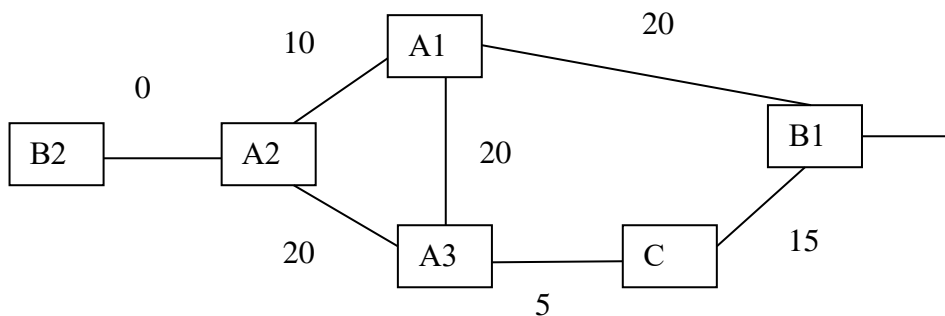


Рис. 2. Схема полігону залізниці, що розглядається

Виходячи з умов полігону матриця має вигляд

	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>C</i>
<i>A1</i>	–	10	20	20	–	–
<i>A2</i>	10	–	20	–	–	–
<i>[G] = A3</i>	20	20	–	–	–	5
<i>B1</i>	20	–	–	–	–	15
<i>B2</i>	–	–	–	–	–	–
<i>C</i>	–	–	5	15	–	–

Умовно пункт накопичення *A2* є пунктом навантаження *B2*, а відповідна матриця мінімальних відстаней має вигляд:

	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>C</i>
<i>A1</i>	0	10	20	20	10	25
<i>A2</i>	10	0	20	30	0	25
<i>[G] = A3</i>	20	20	0	20	20	5
<i>B1</i>	20	30	20	0	30	15
<i>B2</i>	10	0	20	30	0	25
<i>C</i>	25	25	5	15	25	0

Мінімальну відстань можна розрахувати з використанням стандартних алгоритмів. Матриця накопичення *A* має вигляд

	χ_1	χ_2	χ_3	χ_4
A_1	51	25	–	–
A_2	100	50	2	4
$A = A_3$	20	25	10	5
B_1	17	100	12	9
B_2	–	–	–	–
C	–	–	–	–

Вимоги заявки такі. У пункті В2 сформувати 25 вагонів з категорією придатності χ_3 відповідно до матриці накопичення А.

Розв’язання задачі

Варіант 1. Заявка виконується за умови забезпечення навантаження вагонами більш високої якості у необхідній кількості.

χ	χ_1	χ_2	χ_3	χ_4
B1	–	55	–	–
B2	–	55	5	–

Варіант 2. Заявка виконується за умови забезпечення навантаження вагонами більш низької якості у необхідній кількості.

χ	χ_1	χ_2	χ_3	χ_4
B1	50	40	2	–
B2	45	30	10	–

Варіант 3. Невиконання заявки, відсутність вагонів у необхідній кількості.

χ	χ_1	χ_2	χ_3	χ_4
B1	–	–	25	25
B2	–	10	10	10

Варіант 4. Заявка виконується згідно з заданою матрицею накопичення в повному обсязі.

χ	χ_1	χ_2	χ_3	χ_4
B1	–	100	100	100
B2	50	50	50	–

У наведеному прикладі розглянуто варіанти виконання заявок з урахуванням наявності рухомого складу та його технічного стану при заданій матриці накопичення.

Поставлена задача формування необхідних составів поїздів з урахуванням замовлень вантажовласників, а саме потреби заданої кількості та якості рухомого складу для перевезення певної номенклатури вантажів, зводиться до задачі лінійного програмування. 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 вагону-кілометрів, а вантажовласникам транспортні ресурси належного технічного стану, заздалегідь і в необхідному обсязі.

Висновок. Удосконалення системи підтримки прийняття рішень в АРМ диспетчера-вагонорозпорядника дозволить виключити неможливість здійснення

подавання транспортних ресурсів під навантаження, тим самим зменшить кількість штрафних санкцій за несвоєчасну подачу порожніх вагонів. Забезпечення вантажовласників вагонами необхідного технічного стану підвищить схоронність вантажів при перевезенні та якість перевезення в цілому. Запропоновані варіанти використання составів дадуть можливість скоротити експлуатаційні

витрати за рахунок вибору способу подачі вагонів під навантаження з мінімальним пробігом від технічної станції до станції навантаження. З'явиться можливість аналізу подальшого забезпечення транспортними ресурсами вантажовласників необхідної категорії придатності з урахуванням обсягів перевезення та наявності різних типів вагонів.

Список літератури

1. 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.
2. Ломотько, Д.В. Системи підтримки прийняття рішень вузловим диспетчером при плануванні технології роботи залізничного вузла [Текст] / Д.В. Ломотько, Є.В. Запара, Я.В. Запара // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 12-21.
3. Данько, М.І. Удосконалення функціональних можливостей автоматизованого аналізу стану технічних засобів в частині прийняття керівних рішень на умовах ресурсозбереження [Текст] / М.І. Данько, А.М. Котенко, В.В. Кулешов, А.В. Кулешов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 4/7(40). – С. 4-7.
4. 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.
5. 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.

Ключові слова: технологія роботи, виконання заявки, порожній вагон, категорія придатності, розподіл транспортних ресурсів, автоматизоване робоче місце.

Анотації

У роботі запропоновано підходи до удосконалення автоматизованої системи розподілу транспортних ресурсів. Викладені методи дозволять вирішити завдання формування необхідних составів поїздів з урахуванням замовлень вантажовласників, а саме потреби заданої кількості та якості рухомого складу для перевезення певної номенклатури вантажів. Наведено можливі варіанти виконання, коригування або невиконання заявок на навантаження.

В работе предложены подходы к усовершенствованию автоматизированной системы распределения транспортных ресурсов. Изложенные методы позволят решить задачу формирования необходимых составов с учетом заявок грузовладельцев, а именно потребности заданного количества и качества подвижного состава для перевозки определенной номенклатуры грузов. Приведены возможные варианты выполнения, корректировки или невыполнения заявок на погрузку.

The paper proposed approaches to improve the automated distribution system of transportation resources. The method will solve the problem of the formation of the necessary trains including cargo orders, such as the needs of a given quantity and quality of the rolling stock for transportation of a range of goods. Shows options for implementation, adjustment or non-load applications.

УДК 656.073.235

*Д-р техн. наук А.М. Котенко,
канд. техн. наук П.С. Шилаєв,
аспірант А.В. Світлична*

*Doct. of techn. sciences A.M. Kotenko,
cand. of techn. sciences P.S. Shylayev,
postgraduate A.V. Svetlichnaya*

ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

DETERMINATION OF FEASIBILITY AND MODELLING OF PIGGYBACK

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. У країнах Євросоюзу контрейлерні перевезення зростають випереджаючими темпами і складають 30 % всіх залізничних вантажних перевезень. Основні вантажопотоки зосереджені на напрямках декількох транспортних коридорів, де діють більше 300 терміналів на території 29 країн. На території країн Євросоюзу здійснюється в цілому більше 21,5 тис. маршрутних контрейлерних відправок у рік. Зростанню обсягу контрейлерних перевезень сприяють і обмеження в русі вантажного автомобільного транспорту, введені в ряді країн з екологічних міркувань. Впровадження контрейлерних технологій у світі тісно взаємопов'язано з можливостями існуючої колійної та термінальної інфраструктури.

В Україні транспортна діяльність робить суттєвий внесок у створення валової доданої вартості (ВДВ): за даними

Державної служби статистики України, її частка становить 13 %, а вартість основних засобів виробництва (за первинною оцінкою) – 35 % загальної вартості виробничого потенціалу країни, середньооблікова кількість штатних працівників галузі складає понад 935 тис. осіб. Комплексні заходи щодо розвитку транспортної галузі є стратегічно важливими і передбачають реалізацію інфраструктурних і транспортних проєктів, серед яких – реконструкція аеропортів, будівництво мостів, доріг, тунелів, розмежування пасажирських і вантажних залізничних маршрутів і запуск високошвидкісних поїздів у денний час, переоснащення портів, побудова ланцюга міжнародних логістичних центрів, подальша розбудова мережі міжнародних транспортних коридорів (МТК), які забезпечували б ефективніше сполучення між Європою та Азією територією України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання ефективності

контрейлерних перевезень і питомих капіталовкладень в основні та обігові засоби досліджував Г.М. Кірпа [4]. Він довів, що необхідно враховувати низку чинників, а з врахуванням лише кількох критеріїв не можна отримати однозначного рішення. Питанням розвитку контрейлерних перевезень присвячена велика кількість наукових робіт, статей [3, 6, 8, 9]. У роботі [1] наводяться ресурсозберігаючі технології виконання вантажних операцій з напівпричепами, причепами, вантажними модулями. У роботах [5, 7, 11] виконується розрахунок ефективності комбінованих перевезень, проаналізовано застосовувані у світовій практиці контрейлерні технології.

Метою роботи є визначення доцільності та моделювання контрейлерних перевезень, розрахунок вартості перевезення «мертвої ваги», що перевозиться разом із вантажним модулем при контрейлерних перевезеннях.

Виклад основного матеріалу. Щодо розвитку контрейлерних перевезень в Україні слід відмітити поїзд «Вікінг», призначений для перевезення 20- і 40-футових контейнерів, напівпричепів та автопоїздів. З 19 січня 2012 р. поїзд комбінованого транспорту «Вікінг» почав регулярне курсування три рази на тиждень по маршруту Одеса/Іллічівськ – Бережесть (Україна) – Словечине/Мінськ – Гудогай (Білорусь). Крім спеціальних платформ для перевезення контейнерів і автопоїздів, до складу поїзда входять спальні вагони, вагон-ресторан, вагон для технічного персоналу. Об'єми комбінованих перевезень поїздом «Вікінг» залізницями України у 2012 р збільшилися в 3.9 разу – до 13.9 тис. TEU (у 2011р. – 3.6 тис. TEU).

Контрейлерні перевезення – це перевезення визначеними маршрутами автопоїздів, автопричепів, автомобілів, напівпричепів, знімних автомобільних кузовів (у навантаженому або порожньому стані) завантажених одним відправником на станції відправлення на адресу одного

одержувача на одну або декілька станцій призначення без переробки на шляху прямування на сортувальних станціях.

До переваг комбінованого транспорту можна віднести:

- високу швидкість і гарантію доставки вантажів відповідно до графіка руху поїзда (just in time);
- безпеку перевезення за будь-яких погодних умов;
- скорочення часу проходження прикордонного та митного контролів;
- збереження транспортного засобу та економію палива;
- збереження автомобільних доріг;
- збереження навколишнього середовища;
- зниження ймовірності дорожньо-транспортних випадків (ризик виникнення нещасного випадку на залізниці в 40 разів нижчий за автомобільний, що особливо важливо для перевезення небезпечних вантажів);
- поліпшення обміну обсягів перевезень між видами транспорту.

Ефективність контрейлерних перевезень слід очікувати від скорочення обороту платформ, локомотивів, скорочення порожнього пробігу рухомого складу, економії експлуатаційних витрат, пов'язаних з формуванням складів, підвищення надійності й ефективності транспортних послуг. Собівартість перевезень і питомі капітальні вкладення в основні і обігові кошти – одні з основних чинників, що впливають на вибір транспорту для вантажних перевезень.

На основі аналізу технічних характеристик контрейлерів і знімних кузовів, термінального обладнання для переробки контрейлерів, режимів роботи контрейлерних поїздів виконано техніко-економічні розрахунки контрейлерних перевезень залежно від дальності перевезень, враховуючи різні витрати. Однією з основних переваг, яка зумовлює вибір контрейлерного способу доставки вантажів вітчизняними та зарубіжними

перевізниками, є значно нижча собівартість цих перевезень порівняно з автомобільними.

Економічну доцільність контрейлерних перевезень можна визначити порівнянням вартостей виконання перевантажувальних операцій на станціях відправлення і призначення та вартості перевезення «мертвої ваги» – тари вантажного модуля, двох «класних» (пасажирських) вагонів для проїзду водіїв та іншого персоналу, як

$$E_{пер} = \sum W_{н.м.в.}, \quad (1)$$

де $E_{пер}$ – вартість перевантажувальних операцій на станціях відправлення-призначення, грн;

$\sum W_{н.м.в.}$ – вартість перевезення «мертвої ваги», грн.

$$E_{пер} = g (n_{в.} \cdot C_1 + n_{пр.} \cdot C_2), \quad (2)$$

де g – маса вантажу, що переміщується одним вагоном, т;

$n_{в.}$, $n_{пр.}$ – кількість вантажних операцій, що виконується відповідно на станціях відправлення і призначення з вантажем, од;

C_1 , C_2 – вартість виконання вантажних операцій з однією тонною вантажу на станціях відправлення та призначення, грн.

Витрати на перевезення «мертвої ваги» залізничним транспортом можна визначити так.

Коефіцієнт співвідношення маси «мертвої ваги» і загальної маси в контрейлері визначається як

$$\gamma = \frac{M_{м.м.в.}}{M_{з.м.в.}}. \quad (3)$$

Вартість перевезення «мертвої ваги»

$$\sum W_{н.м.в.} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6, \quad (4)$$

де W_1 – витрати, пов'язані зі стоянкою АТЗ (автомобільного транспортного засобу), охороною на терміналі:

$$W_1 = \gamma \cdot (b_{см} \cdot t_{см} + b_{нк} + b_{вн}) \cdot (T_a + P_a), \quad (5)$$

де $b_{см}$ – витрати пов'язані з утриманням складів і зберіганням вантажів на терміналі, грн/тдоб;

$t_{см}$ – середня тривалість знаходження автомобіля (вантажу) на терміналі до відправлення поїзда, доб;

$b_{нк}$ – витрати, пов'язані початково-кінцевими операціями на терміналі, грн/т;

$b_{вн}$ – витрати, пов'язані з вантажними операціями на терміналі, грн/т;

T_a – маса тари автопоїзда, т;

P_a – середнє навантаження автопоїзда, нетто, т;

W_2 – витрати, пов'язані з утриманням спеціального рухомого складу

$$W_2 = \gamma \cdot \frac{C_n \cdot \alpha_{рс}}{365 \cdot T_{сн}^n} \cdot q_k \cdot \beta_k, \quad (6)$$

де C_n – ціна спеціальної платформи, грн;

$T_{сн}^n$ – строк служби спецплатформи, роки;

q_k – оборот контрейлерного поїзда, доб;

$\alpha_{рс}$ – коефіцієнт, що враховує вартість усіх ремонтів спец платформи протягом її служби;

β_k – коефіцієнт, що враховує наявність у поїзді пасажирських вагонів для проїзду водіїв та іншого персоналу;

W_3 – витрати на охорону контрейлерного поїзда на всьому рейсі курсування маршруту

$$W_3 = \gamma \cdot \left(b_{3n}^k + \frac{b_d^i + b_d^y}{2} \right) \cdot \frac{q_k \cdot c_k}{n_{cn}}, \quad (7)$$

де b_{3n}^k – середньодобова заробітна плата (з нарахуванням) стрілка караулу, грн/доб;

b_d^i – добові при відрядженні на території іноземних держав, грн/доб;

b_d^y – добові при відрядженні на території України, грн/доб;

q_k – оборот контрейлерного поїзда, доб;

c_k – чисельність караулу, люд;

n_{cn} – кількість спец платформ у контрейлерному поїзді, од;

W_4 – витрати на операції під час руху та обслуговування постійних пристроїв залізниць,

$$W_4 = \gamma \cdot b_{np} \cdot (T_\theta + T_a + P_a) \cdot \beta_k \cdot L, \quad (8)$$

де b_{np} – витрати, пов'язані з переміщенням вагона з вантажем і утриманням постійних пристроїв залізниці, грн/тдоб;

T_θ – маса тари вагона (спецплатформи), т;

T_a – маса тари автопоїзда, т;

P_a – середнє навантаження автопоїзда, нетто, т;

β_k – коефіцієнт, що враховує наявність в поїзді 2х-класних (пасажирських) вагонів для проїзду водіїв та іншого персоналу;

L – відстань перевезення, км.

W_5 – витрати на обслуговування контрейлерного поїзда на технічних станціях.

$$W_5 = \gamma \cdot b_{mex} \cdot (T_\theta + T_a + P_a) \cdot \beta_k \cdot \frac{L}{L_{mex}}, \quad (9)$$

де b_{mex} – витрати, пов'язані з переміщенням вагона з вантажем і утриманням постійних пристроїв залізниці, грн/тдоб;

T_θ – маса тари вагона (спецплатформи), т;

T_a – маса тари автопоїзда, т;

P_a – середнє навантаження автопоїзда, нетто, т;

β_k – коефіцієнт, що враховує наявність у поїзді пасажирських вагонів для проїзду водіїв та іншого персоналу;

L – відстань перевезення, км;

L_{mex} – середня відстань між технічними станціями (гарантійне вагонне плече), км.

W_6 – витрати на оплату роботи поїзних локомотивів,

$$W_6 = \gamma \cdot \left(\frac{b_{лг}}{V} \cdot b_{лкм} \right) \cdot \frac{L_y}{n_{cn}}, \quad (10)$$

де $b_{лг}$ – собівартість локомотиво-години, грн/лок.год;

V – маршрутна швидкість по Україні, км/год ;

$b_{лкм}$ – собівартість локомотиво-кілометра, грн/лок.км;

n_{cn} – кількість спецплатформ у контрейлерному поїзді, од;

L_y – відстань пробігу по Україні, км;

Математична модель руху контрейлерного поїзда у вигляді графа станів подана на рис. 1.

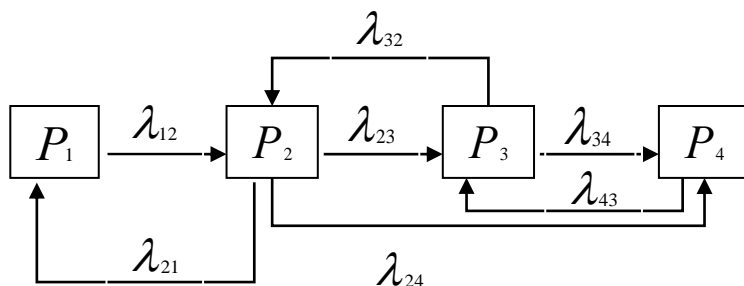


Рис. 1. Граф станів контейнерного поїзда:
 P_1 – під вантажними операціями; P_2 – на шляху прямування;
 P_3 – на технічних станціях; P_4 – на передавальних станціях

Система диференціальних рівнянь Колмогорова для графа (рис. 1)

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{d P_1}{d t} &= -\lambda_{12} P_1 + \lambda_{21} P_2; \\
 \frac{d P_2}{d t} &= -\lambda_{23} P_2 - \lambda_{24} P_2 - \lambda_{21} P_2 + \lambda_{32} P_3 + \lambda_{12} P_1; \\
 \frac{d P_3}{d t} &= -\lambda_{34} P_3 - \lambda_{32} P_3 + \lambda_{23} P_2 + \lambda_{43} P_4; \\
 \frac{d P_4}{d t} &= \lambda_{34} P_3 - \lambda_{43} P_4
 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Нормувальна умова

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1. \quad (12)$$

Вірогідність станів руху контейнерного поїзда залежно від часу наведена на рис. 2.

Висновки з досліджень і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. При використанні контейнерного способу доставки досить відчутним є економічний ефект роботи

транспорту, значно скорочуються витрати з транспортування товарів. Наведена модель руху контейнерного поїзда у вигляді графа станів і диференціальних рівнянь дає можливість визначити оптимальні режими руху на шляху прямування та на терміналах вантажних станцій. Реалізація регулярного контейнерного сполучення забезпечить розвиток мережі існуючих транспортних коридорів, інтеграцію транспортної інфраструктури України до світової транспортної системи.

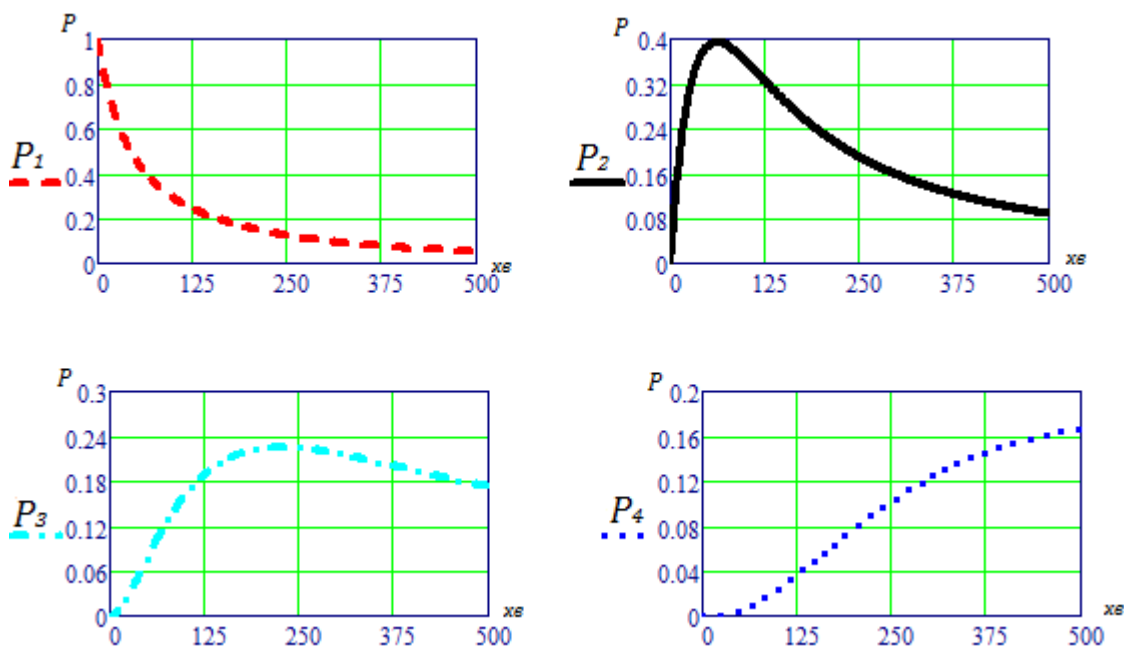


Рис. 2. Вірогідність станів руху контейнерного поїзда залежно від часу

Список літератури

1. Шилаєв, П.С. Підвищення ефективності процесу інтероперабель-них перевезень вантажів на основі ресурсозберігаючих технологій [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.01 / П.С. Шилаєв. – Харків, 2012. – 20 с.
2. Котенко, А.М. Інтермодальні перевезення. Перспективи розвитку [Текст] / А.М. Котенко, П.С. Шилаєв // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип.54. – С. 31-36.
3. Шапкин, А.С. Выбор технико-технологических параметров системы контейнерных перевозок на железнодорожных направлениях сети. [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.08 / А.С. Шапкин. – М., 2005. – 23 с.
4. Кирпа, Г.Н. Организация контейнерных перевозок в Украине [Текст] / Г.Н. Кирпа.— Днепропетровск: Арт-Пресс, 1998. — 131 с.
5. Специальный выпуск Контейнерные перевозки [Текст]: ООО «Редакция журнала «РЖД-партнер». – М., 2012. – 64 с.
6. Modalohr — система перевозки автотранспортных средств [Текст]: Железные дороги мира.— 2002. – № 10. – С. 44 – 46.
7. Гапанович, В.А. Об организации контейнерных перевозок на «пространстве 1520» [Текст] / В.А. Гапанович // Железнодорожный транспорт.— 2012. – № 6. – С. 30 – 35.
8. Котенко, А.М. Підвищення ефективності комбінованих перевезень. Удосконалення вантажної і комерційної роботи на залізницях України [Текст] / А.М. Котенко, В.Г. Кушнірчук // Зб. наук. праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 62. – С. 50-55.
9. Костюк, М.Д. Техніко-технологічне забезпечення інтермодальних та інтероперабельних перевезень [Текст] / М.Д. Костюк, Ю.В. Дьомін // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 3. – С. 3 – 7.
10. Сич, Є.М. Економічні аспекти контейнерно-контейнерного обслуговування клієнтури залізничного транспорту [Текст] / Є.М. Сич, Н.І. Богомолва, М.М. Андрієнко, В.М. Кислий. – К., 2007. – 391 с.

11. Кизимиров, М.В. Экономическая оценка применения сочле-ненных платформ для перевозки трейлеров [Текст] / М.В. Кизимиров // Экономика железных дорог. – 2012. – № 10. – С. 75 – 79.

Ключові слова: контрейлерні перевезення, доцільність, «мертва вага», моделювання, граф станів, диференціальні рівняння.

Анотації

У статті визначено доцільність контрейлерних перевезень і вартість перевезення «мертвої ваги», виконано моделювання контрейлерних перевезень. Наведено модель руху контрейлерного поїзда у вигляді графа станів і диференціальних рівнянь.

В статье определена целесообразность контрейлерных перевозок и стоимость перевозки «мертвого веса», выполнено моделирование контрейлерных перевозок. Приведена модель движения контрейлерного поезда в виде графа состояний и дифференциальных уравнений.

In this article the feasibility of piggyback and the cost of transportation of the "dead weight" have been determined, the modeling of piggyback have been done. The model of the motion of piggyback train as a graph of states and differential equations have been reduced.

УДК 656.212.5

Д-р техн. наук О.М. Огар

Doct. of techn. sciences O.M. Ogar

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ НАСУВНОЇ ЧАСТИНИ СОРТУВАЛЬНИХ ГИРОК

MATHEMATICAL MODEL OF SORTING HUMPS SLIP-ON PART LONGITUDINAL PROFILE RATIONAL PARAMETERS DETERMINATION

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Однією з головних проблем залізничного транспорту України є проблема ресурсозбереження. Ним щорічно споживається до 5 % електроенергії, що виробляється, і до 10 % дизельного палива. Суттєвий вплив на витрати паливно-

енергетичних ресурсів мають технологія роботи, система управління, стан і конструкція засобів транспорту. Поряд з цим перераховані фактори значною мірою визначають і ступінь використання перевізних і виробничих ресурсів (вагонів, технічних засобів, що забезпечують виконання технологічного процесу, тощо). Виходячи з цього дослідження процесу

функціонування і конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок слід спрямовувати на раціональне використання паливно-енергетичних, виробничих і перевізних ресурсів при дотриманні встановлених технічних і технологічних вимог.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням удосконалення конструкції поздовжнього профілю насувної частини приділено недостатньо уваги. Останні дослідження в основному спрямовані на створення імітаційних моделей насуву і розпуску составів з метою визначення витрат паливно-енергетичних ресурсів та оптимізації режимів роботи маневрових локомотивів [1-4]. У минулому сторіччі удосконаленням параметрів профілю насувної частини займалися такі вчені як, В.Є. Павлов, Л.Б. Тишков, В.Ф. Пригоровський, О.П. Шипулін та ін. [5-8]. Головним і загальним недоліком виконаних зазначеними вченими досліджень є відсутність ресурсозберігаючого підходу при оптимізації поздовжнього профілю.

Мета дослідження. Метою даних досліджень є забезпечення заощадження паливно-енергетичних ресурсів при

виконанні операцій гіркового технологічного процесу шляхом удосконалення наукового підходу до розрахунку раціональних параметрів поздовжнього профілю насувної частини сортувальних гірок.

Основна частина. У рамках вирішення проблеми ресурсозбереження визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю насувної частини повинно здійснюватись за умови мінімізації витрат дизельного палива (електроенергії) на насув і розпуск составів. При цьому пропонується:

1) розглянути завдання раціоналізації конструкції профілю на прикладі використання у гірковому технологічному процесі маневрових тепловозів ЧМЕ-3;

2) для підвищення достовірності результатів моделювання використовувати осьову модель вагона та окремо враховувати додатковий питомий опір від середовища і вітру;

3) розглянути двохелементну конструкцію поздовжнього профілю.

При допущенні про постійність швидкості та напрямку вітру протягом насуву та розпуску состава його рух можна описати диференціальним рівнянням

$$\frac{dV}{dt} = g'(S) \cdot \left(f_m(V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) + I_{екв}(S, I_1^{нас}, I_2^{нас}) - \omega_0^{лок}(V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) - \left(-\omega_0^{сост}(S) - \omega_{ск}(S, V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) - \omega_{св}(S, V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) \right) \right) \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

де $g'(S)$ – прискорення вільного падіння з урахуванням моменту інерції мас, що обертаються, локомотива і вагонів состава, $м/с^2$;

$f_m(V(I_1^{нас}, I_2^{нас}))$ – миттєва питома сила тяги локомотива, $Н/кН$;

$V(I_1^{нас}, I_2^{нас})$ – миттєва швидкість состава, що насувається або розпускається з гірки, $м/с$;

$I_1^{нас}, I_2^{нас}$ – крутість відповідно першого і другого елементів поздовжнього профілю, $‰$;

$I_{екв}(S, I_1^{нас}, I_2^{нас})$ – миттєва крутість еквівалентного уклону, $‰$;

S – шлях, що пройдено локомотивом з вагонами з моменту початку насуву состава на гірку, $м$;

$\omega_0^{лок}(V(I_1^{нас}, I_2^{нас}))$ – миттєвий основний питомий опір гіркового локомотива, $Н/кН$;

$\omega_0^{сост}(S)$ – основний питомий опір состава, $Н/кН$;

$\omega_{ск}(S, V(I_1^{нас}, I_2^{нас}))$, $\omega_{св}(S, V(I_1^{нас}, I_2^{нас}))$ – миттєвий додатковий питомий опір руху

локомотива і состава відповідно від стрілок і кривих, середовища і вітру, Н/кН.

У загальному випадку цільова функція має такий аналітичний вигляд:

$$G_n = \sum_{i=1}^r B_z \cdot \Delta t \rightarrow G_{n \min}, \quad (2)$$

де G_n – витрати дизельного палива, кг;

r – число проміжків часу (Δt) від початку насуву до закінчення розпуску;

B_z – витрати палива за одиницю часу, кг/с.

Цільову функцію (2) можна розкласти на таку суму добутоків:

$$G_n = B_{z_{XX}} \cdot t_{XX} + B_{z_{1\Pi}} \cdot t_{1\Pi} + \dots + B_{z_{8\Pi}} \cdot t_{8\Pi} = B_{z_{XX}} \cdot \left(\int_{t_0^{XX}}^{t_1^{XX}} dt + \int_{t_2^{XX}}^{t_3^{XX}} dt + \dots + \int_{t_{k-1}^{XX}}^{t_k^{XX}} dt \right) +$$

$$+ B_{z_{1\Pi}} \cdot \left(\int_{t_0^{1\Pi}}^{t_1^{1\Pi}} dt + \int_{t_2^{1\Pi}}^{t_3^{1\Pi}} dt + \dots + \int_{t_{m-1}^{1\Pi}}^{t_m^{1\Pi}} dt \right) + \dots + B_{z_{8\Pi}} \cdot \left(\int_{t_0^{8\Pi}}^{t_1^{8\Pi}} dt + \int_{t_2^{8\Pi}}^{t_3^{8\Pi}} dt + \dots + \int_{t_{p-1}^{8\Pi}}^{t_p^{8\Pi}} dt \right) \rightarrow G_{n \min},$$

де $B_{z_{XX}}, B_{z_{1\Pi}}, \dots, B_{z_{8\Pi}}$ – витрати палива за одиницю часу відповідно на холостому ході, 1-й, ..., 8-й позиціях контролера, кг/с;

$t_{XX}, t_{1\Pi}, \dots, t_{8\Pi}$ – тривалість роботи гіркового локомотива протягом насуву та розпуску состава відповідно на холостому ході, 1-й, ..., 8-й позиціях контролера, с;

$t_0^{XX}, t_2^{XX}, t_{k-1}^{XX}, t_0^{1\Pi}, t_2^{1\Pi}, t_{m-1}^{1\Pi}, \dots, t_0^{8\Pi}, t_2^{8\Pi}, t_{p-1}^{8\Pi}$;

$t_1^{XX}, t_3^{XX}, t_k^{XX}, t_1^{1\Pi}, t_3^{1\Pi}, t_m^{1\Pi}, \dots, t_1^{8\Pi}, t_3^{8\Pi}, t_p^{8\Pi}$ – моменти часу початку і кінця роботи гіркового локомотива відповідно на холостому ході, 1-й, ..., 8-й позиціях контролера, с.

Враховуючи те, що

$$\int_{t_0}^{t_1} dt = 10^3 \cdot \int_{V_0}^{V_1} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})}, \quad \int_{t_2}^{t_3} dt = 10^3 \cdot \int_{V_2}^{V_3} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})},$$

$$\int_{t_4}^{t_5} dt = 10^3 \cdot \int_{V_4}^{V_5} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})}, \dots, \quad (3)$$

де $Z(I_1^{нас}, I_2^{нас}) = g'(S) \cdot (f_m(V(I_1^{нас}, I_2^{нас}))) + I_{екв}(S, I_1^{нас}, I_2^{нас}) - \omega_0^{лок}(V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) - \omega_0^{cost}(S) - \omega_{ск}(S, V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) - \omega_{св}(S, V(I_1^{нас}, I_2^{нас}))$, цільова функція набуває такого вигляду:

$$G_n = 10^3 \left(B_{\varepsilon_{XX}} \cdot \left(\int_{V_0^{XX}}^{V_1^{XX}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \int_{V_2^{XX}}^{V_3^{XX}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \dots + \int_{V_{k-1}^{XX}}^{V_k^{XX}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} \right) + \right. \\ \left. + B_{\varepsilon_{1\Pi}} \cdot \left(\int_{V_0^{1\Pi}}^{V_1^{1\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \int_{V_2^{1\Pi}}^{V_3^{1\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \dots + \int_{V_{m-1}^{1\Pi}}^{V_m^{1\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} \right) + \dots + \right. \\ \left. + B_{\varepsilon_{8\Pi}} \cdot \left(\int_{V_0^{8\Pi}}^{V_1^{8\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \int_{V_2^{8\Pi}}^{V_3^{8\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \dots + \int_{V_{p-1}^{8\Pi}}^{V_p^{8\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} \right) \right) \rightarrow G_{n \min},$$

де $V_0^{XX}, V_2^{XX}, V_{k-1}^{XX}, V_0^{1\Pi}, V_2^{1\Pi}, V_{m-1}^{1\Pi}, \dots, V_0^{8\Pi}, V_2^{8\Pi}, V_{p-1}^{8\Pi}; V_1^{XX}, V_3^{XX}, V_k^{XX}, V_1^{1\Pi}, V_3^{1\Pi}, V_m^{1\Pi}, \dots, V_1^{8\Pi}, V_3^{8\Pi}, V_p^{8\Pi}$ – швидкості состава у моменти часу початку і кінця роботи гіркового локомотива відповідно на холостому ході, 1-й, ..., 8-й позиціях контролера, м/с.

Задача визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю насувної частини розв'язується при таких обмеженнях-нерівностях:

$$\begin{cases} 0 \leq I_1^{нас} \leq 2; 8 \leq I_2^{нас} \leq 16; \\ (I_1^{нас} \cdot l_1^{нас} + I_2^{нас} \cdot l_2^{нас}) \cdot 10^{-3} = h_{np}; \\ 0 < V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) \leq V_{нас}^{max} \text{ при } 0 \leq t \leq T_{кд}^{зан}; \\ V_p \leq V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) < V_{нас}^{max} \text{ при } T_{кд}^{зан} < t \leq T_{кд}^{зв}; \\ |V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) - V_p| \leq \Delta V \text{ при } T_{кд}^{зв} < t \leq T_{зр}; \\ f_m(V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) \cdot (P + Q) \cdot 10^{-3} \leq F_{m \max}, \end{cases}$$

де $l_1^{нас}, l_2^{нас}$ – довжина відповідно першого і другого елементів поздовжнього профілю насувної частини, м;

h_{np} – задана профільна висота насувної частини, м;

$V_{нас}^{max}$ – максимальна швидкість насуву состава на гірку, м/с;

V_p – задана швидкість розпуску состава, м/с;

$T_{кд}^{зан}, T_{кд}^{зв}$ – моменти часу відповідно зайняття і звільнення першою віссю состава контрольної дільниці (зони зменшення швидкості насуву состава до заданої швидкості розпуску), м/с;

ΔV – задане найбільше відхилення миттєвої швидкості состава від заданої швидкості розпуску, м/с;

$T_{зр}$ – момент закінчення розпуску состава, с;

P, Q' – вага відповідно локомотива і
состава, Н;

$F_{m \max}$ – максимальна сила тяги
локомотива, Н.

При заданій профільній висоті
насувної частини довжини першого і
другого елементів поздовжнього профілю
розраховуються за формулами

$$l_1^{нас} = \frac{1000 \cdot h_{np} - I_2^{нас} \cdot l_{нас}}{I_1^{нас} - I_2^{нас}};$$

$$l_2^{нас} = l_{нас} - l_1^{нас},$$

де $l_{нас}$ – довжина насувної частини, м.

Слід зазначити, що для розв'язання
рівнянь (3) слід зробити припущення про
постійність на кроці інтегрування
складових диференціального рівняння (1).

Для визначення миттєвої сили тяги
локомотива використано характеристики
тепловоза ЧМЕ-3. У моделі вказані
характеристики апроксимовані методом
найменших квадратів такими
залежностями:

$$F_k(V) = 70,07 \cdot e^{-0,31 \cdot V} \text{ при позиції контролера } n_k = 1;$$

$$F_k(V) = 145 - 22,2 \cdot V \text{ при } n_k = 2 \text{ и } V \leq 1,8;$$

$$F_k(V) = 118,06 \cdot e^{-0,14 \cdot V} \text{ при } n_k = 2 \text{ и } V > 1,8;$$

$$F_k(V) = 230 - 24,4 \cdot V \text{ при } n_k = 3 \text{ и } V \leq 4,3;$$

$$F_k(V) = 214,55 \cdot e^{-0,13 \cdot V} \text{ при } n_k = 3 \text{ и } V > 4,3;$$

$$F_k(V) = 277 - 20,5 \cdot V \text{ при } n_k = 4 \text{ и } V \leq 4;$$

$$F_k(V) = 269,16 \cdot e^{-0,11 \cdot V} \text{ при } n_k = 4 \text{ и } V > 4;$$

$$F_k(V) = 375 - 31,7 \cdot V \text{ при } n_k = 5 \text{ и } V \leq 3;$$

$$F_k(V) = 399,2 \cdot e^{-0,13 \cdot V} \text{ при } n_k = 5 \text{ и } V > 3;$$

$$F_k(V) = 411,76 - 17,39 \cdot V - 1,74 \cdot V^2 \text{ при } n_k = 6 \text{ и } V \leq 4;$$

$$F_k(V) = 397,34 \cdot e^{-0,08 \cdot V} \text{ при } n_k = 6 \text{ и } V > 4;$$

$$F_k(V) = 437,08 - 11,7 \cdot V - 1,92 \cdot V^2 \text{ при } n_k = 7 \text{ и } V \leq 4,5;$$

$$F_k(V) = 441,73 \cdot e^{-0,07 \cdot V} \text{ при } n_k = 7 \text{ и } V > 4,5;$$

$$F_k(V) = 450,72 - 8,49 \cdot V - 1,32 \cdot V^2 \text{ при } n_k = 8 \text{ и } V \leq 6,3;$$

$$F_k(V) = 465,63 \cdot e^{-0,06 \cdot V} \text{ при } n_k = 8 \text{ и } V > 6,3.$$

Задача визначення раціональних
параметрів поздовжнього профілю насувної
частини є задачею нелінійного
програмування з обмеженнями.
Враховуючи складний аналітичний вигляд
цільової функції, визначення її похідних

викликає певні труднощі. У зв'язку з цим
пропонується для розв'язання вказаної
задачі використати метод штрафних
функцій. Вказана функція має такий
аналітичний вигляд:

$$\Theta'(I_n) = 0,25 \cdot \left[\begin{aligned} & \left(I_1^{нас} - 2 + |I_1^{нас} - 2| \right)^2 + \left(8 - I_2^{нас} + |8 - I_2^{нас}| \right)^2 + \\ & + \left(I_2^{нас} - 16 + |I_2^{нас} - 16| \right)^2 + \\ & + \left(\left(I_1^{нас} \cdot I_1^{нас} + I_2^{нас} \cdot I_2^{нас} \right) \cdot 10^{-3} - h_{np} + \right. \\ & \left. + \left| \left(I_1^{нас} \cdot I_1^{нас} + I_2^{нас} \cdot I_2^{нас} \right) \cdot 10^{-3} - h_{np} \right| \right)^2 + \\ & + \left(h_{np} - \left(I_1^{нас} \cdot I_1^{нас} + I_2^{нас} \cdot I_2^{нас} \right) \cdot 10^{-3} + \right. \\ & \left. + \left| h_{np} - \left(I_1^{нас} \cdot I_1^{нас} + I_2^{нас} \cdot I_2^{нас} \right) \cdot 10^{-3} \right| \right)^2 + \\ & + \left(V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) - V_{нас}^{max} + \left| V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) - V_{нас}^{max} \right| \right)^2 \Big|_{0 \leq t \leq T_{кд}^{3аН}} + \\ & + \left(V_p - V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) + \left| V_p - V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) \right| \right)^2 \Big|_{T_{кд}^{3аН} < t \leq T_{кд}^{3б}} + \\ & + \left(V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) - V_{нас}^{max} + \left| V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) - V_{нас}^{max} \right| \right)^2 \Big|_{T_{кд}^{3аН} < t \leq T_{кд}^{3б}} + \\ & + \left(\left| V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) - V_p \right| - \Delta V + \right. \\ & \left. + \left| V(I_1^{нас}, I_2^{нас}) - V_p \right| - \Delta V \right)^2 \Big|_{T_{кд}^{3б} < t \leq T_{3р}} + \\ & + \left(f_m(V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) \cdot (P + Q') \cdot 10^{-3} - F_{m\max} + \right. \\ & \left. + \left| f_m(V(I_1^{нас}, I_2^{нас})) \cdot (P + Q') \cdot 10^{-3} - F_{m\max} \right| \right)^2 \end{aligned} \right] \cdot$$

Зведемо задачу визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю насувної частини до задачі мінімізації спеціальної функції:

$$\begin{aligned} T'(I_n, t) &= G_n + t \cdot \Theta'(I_n) = \\ &= 10^3 \left(B_{\varepsilon_{XX}} \cdot \left(\int_{V_0^{XX}}^{V_1^{XX}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \int_{V_2^{XX}}^{V_3^{XX}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \dots + \int_{V_{k-1}^{XX}}^{V_k^{XX}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} \right) + \right. \\ &+ B_{\varepsilon_{1\Pi}} \cdot \left(\int_{V_0^{1\Pi}}^{V_1^{1\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \int_{V_2^{1\Pi}}^{V_3^{1\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \dots + \int_{V_{m-1}^{1\Pi}}^{V_m^{1\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} \right) + \dots + \\ &+ B_{\varepsilon_{8\Pi}} \cdot \left(\int_{V_0^{8\Pi}}^{V_1^{8\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \int_{V_2^{8\Pi}}^{V_3^{8\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} + \dots + \int_{V_{p-1}^{8\Pi}}^{V_p^{8\Pi}} \frac{dV}{Z(I_1^{нас}, I_2^{нас})} \right) \Bigg) + \\ &+ t \cdot \Theta'(I_n) \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Процедура пошуку раціональних параметрів поздовжнього профілю насувної частини за методом штрафних функцій аналогічна процедурі пошуку раціональних параметрів профілю спускної частини, що наведена у роботі [9]. Відмінність процедур полягає тільки у тому, що при оптимізації профілю насувної частини не передбачається статистичне моделювання процесів насуву та розпуску составів, виходячи з прийнятого допущення про детермінованість параметрів метеорологічних умов.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Використання запропонованого підходу щодо оптимізації конструкції поздовжнього профілю насувної частини за критерієм мінімуму витрат палива на насув і розпуск составів дозволить отримати такі конструктивні параметри, які забезпечать безпеку сортувального процесу та заощадження паливно-енергетичних ресурсів протягом життєвого циклу функціонування сортувальної гірки.

Список літератури

1. Данько, М.І. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01 / М.І. Данько. – Харків, 2005. – 357 с.
2. Топчієв, М.П. Удосконалення технології роботи технічних засобів сортувальних станцій на основі ресурсозбереження [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / М.П. Топчієв. – Харків, 2004. – 246 с.
3. Похилко, С.П. Забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи технічних засобів підсистеми розформування сортувальних станцій [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / С.П. Похилко. – Харків, 2005. – 273 с.
4. Бобровский, В.И. Совершенствование имитационной модели процесса надвига и роспуска составов на сортировочных горках [Текст] / В.И. Бобровский, Е.Б. Демченко // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2012. – Вип. 3. – С. 5 – 9.
5. Павлов, В.Е. Проектирование сортировочных горок [Текст] / В.Е. Павлов, М.М. Уздин, Ю.И. Ефименко. – Л.: ЛИИЖТ, 1987. – 97 с.
6. Основные требования к техническому оснащению сортировочных станций [Текст]: труды ВНИИЖТа. – М.: Трансжелдориздат, 1963. – Вып. 270. – 220 с.
7. Пригорьевский, В.Ф. Выбор рациональных сортировочных устройств малой мощности на железнодорожных станциях [Текст]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1962. – 24 с.
8. Шипулин, А.П. Проектирование подвижной части сортировочных устройств с использованием ЭВМ для применения АЗСР [Текст] / А.П. Шипулин // Вопросы совершенствования проектирования и использования устройств железнодорожных и промышленных узлов: труды МИИТа. – М., 1976. – С. 88 – 89.
9. Огар, О.М. Розробка процедури розрахунку раціональних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувальних гірок [Текст] / О.М. Огар, Л.А. Страна, Л.В. Бригіна // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 135. – С. 37–45.

Ключові слова: сортувальна гірка, поздовжній профіль, насувна частина, паливно-енергетичні ресурси, гірковий локомотив.

Анотації

Обґрунтовано критерій оптимізації поздовжнього профілю насувної частини сортувальної гірки. Наведено математичну модель визначення раціональних параметрів профілю за умови використання у гірковому технологічному процесі маневрових тепловозів.

Обоснован критерий оптимизации продольного профиля надвижной части сортировочной горки. Приведена математическая модель определения рациональных параметров профиля при условии использования в горочном технологическом процессе маневровых тепловозов.

The criterion of optimization of sorting hump slip-on part longitudinal profile is grounded. The mathematical model of profile rational parameters determination on condition of mobile diesel engines use in the hump technological process is resulted.

УДК 656.21

*Д-р техн. наук Є.С. Альошинський,
асист. О.С. Пестременко-Скрипка*

*Doct. of techn. sciences E. S. Alyoshinsky,
assistant O.S. Pestremenko-Skripka*

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРОСТОЮ МІЖНАРОДНОГО
ВАГОНОПОТОКУ НА ОБОРОТ ВАГОНІВ**

**ANALYSIS THE INFLUENCE OF OUTAGE INTERNATIONAL
CAR TRAFFIC VOLUME ON THE CARRIAGES TURN**

Вступ. Прикордонна передавальна станція здійснює повний перелік операцій у взаємодії з митною, прикордонною та іншими державними контролюючими службами. Згідно з наказом Укрзалізниці від 29.10.1997 р. №265/Ц станція передачі має бути організована на базі найближчої до кордону сортувальної або дільничної станції [1]. До основних операцій з технічного та комерційного огляду додатково додався прикордонний, митний, екологічний, ветеринарний, фітосанітарний і санітарно-епідеміологічний контроль, також значно збільшилася кількість операцій, що пов'язані з обробкою документів прикордонТЕКом, конторою

передач і митним контролем. Всі ці операції призвели до значного збільшення простою транзитних вагонів на прикордонних передавальних станціях і, як результат, – затримки в терміні доставки експортно-імпортних вантажів до країн СНД.

Постановка проблеми. Простій затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях призводить до нераціонального невиробничого використання колійного розвитку станції, додаткового використання локомотивного і вагонного парку, сортувальних пристроїв, скорочення пропускної спроможності напрямів, що зв'язують сусідні держави або

декілька країн СНД, збільшення часу обороту вагонів [2]. Для вирішення цих проблем необхідно провести аналіз причин затримок вагонів на прикордонних передавальних станціях і раціоналізацію наявних технологій пропускання експортно-імпортних вантажів через прикордонні передавальні станції.

Аналіз причин затримок вагонів. За даними Південної залізниці проведено аналіз простою затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях за 2010-2012 рр.

За 2010 р. на прикордонних переходах залізниці було затримано з різних причин

4325 вагонів, середньодобовий простій дорівнює 1,15 доби.

За 12 місяців 2011 р. на прикордонних передавальних станціях було затримано 16504 вагони, середньодобовий простій склав 1,03 доби.

За 2012 р. на прикордонних переходах затримано 9797 вагонів з різних причин і середньодобовий простій склав 1,34 доби.

На рис. 1 наведено кількість затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях Південної залізниці у експортному, імпортному та транзитному сполученні.

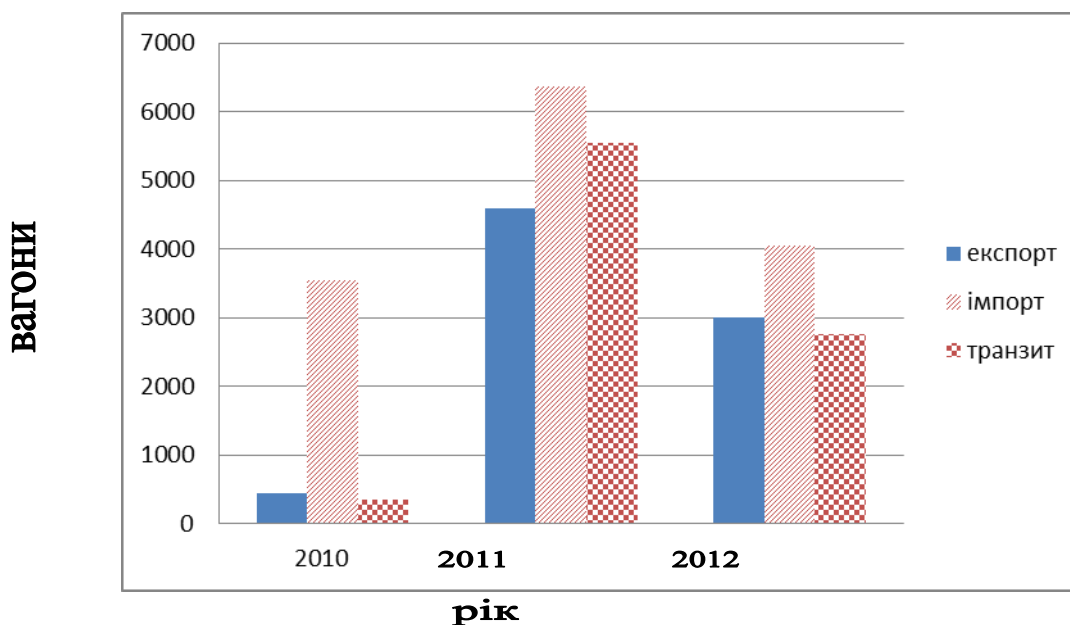


Рис. 1. Кількість затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях Південної залізниці за 2010-2012 рр.

Основні причини затримок вагонів на прикордонних передавальних станціях Південної залізниці за 2010-2012 рр. наведено у таблиці.

Значну частину за період з 2010 по 2012 рр. (47,8 %) загальної кількості затриманих вагонів складають вагони, що були затримані службою вагонного господарства, 24,3 % – вагони, що були

затримані службою комерційного господарства (перевантаження, порушення упакування вантажу та ін.), 13,3% – вагони, затримані митною службою.

Ці затримки суттєво впливають на збільшення обороту вагона, що разом із дефіцитом якісного вагонного парку створює суттєві проблеми як для Укрзалізниці, так й для вантажовласників.

Таблиця

Служба / причина затримки	2010	% загальної кількості затриманих	2011	% загальної кількості затриманих	2012	% загальної кількості затриманих	Σ 2010-2012 рр.	% загальної кількості затриманих у 2010-2012 рр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Служба вагонного господарства	2962	68,5	7005	42,5	4670	47,7	14637	47,8
Служба комерційного господарства	277	6,4	5058	30,6	2095	21,4	7430	24,3
Митна служба	290	6,7	2601	15,7	1173	12	4064	13,3
Транспортно-експедиційні причини (неправильно оформлені або відсутні перевізні документи)	534	12,3	834	5,06	790	8	2158	7,05
Служба перевезень	203	4,7	543	3,3	1043	10,64	1789	5,8
Ветеринарна служба	0	0	344	2	1	0,01	345	1,1
Карантинна служба	14	0,3	43	0,3	4	0,04	61	0,2
Прикордонна служба	7	0,2	8	0,05	20	0,2	35	0,1
Екологічна служба	0	0	9	0,05	0	0	9	0,03
Санітарно-епідеміологічна служба	0	0	1	0,01	0	0	1	0
Інші причини, які не залежать від служб	38	0,9	58	0,35	1	0,01	97	0,32
Разом	4325	100	16504	100	9797	100	30626	100

Для визначення ступеня взаємозв'язку між оборотом вагонів по залізниці та середньодобовим простоем вагонів, що були затримані на прикордонних передавальних станціях, був використаний кореляційний аналіз.

Кореляційний аналіз полягає у визначенні міри зв'язку між двома

випадковими величинами X та Y . У якості міри такого зв'язку використовується коефіцієнт кореляції - параметр, який характеризує міру лінійного взаємозв'язку між двома вибірками [3], що розраховується за формулою

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

де x_i – значення, що приймаються у вибірці X (оборот вагонів по залізниці);

y_i – значення, що приймаються у вибірці Y (простій затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях);

\bar{x} – середня по X (оборот вагонів по залізниці);

\bar{y} – середня по Y (простій затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях).

Визначений коефіцієнт кореляції підтвердив наявність взаємозв'язку між величиною обороту та середньодобовим простоем вагонів. У 2010 р. величина

коефіцієнта кореляції склала 0,14, у 2011 р. – 0,38 та у 2012 р. – 0,17.

Кореляційний аналіз тісно пов'язаний з явищем регресії та регресійним аналізом. У цьому сенсі регресійний аналіз є частиною теорії кореляції. Регресію слід використати для знаходження апроксимуючої кривої, яку можна провести через дану сукупність точок простою вагонів та оборотом (рис. 2-4). Якщо коефіцієнт кореляції за абсолютною величиною близький до одиниці, то для побудови залежності використовується лінійна модель [4]

$$y = b \cdot x + a. \quad (2)$$

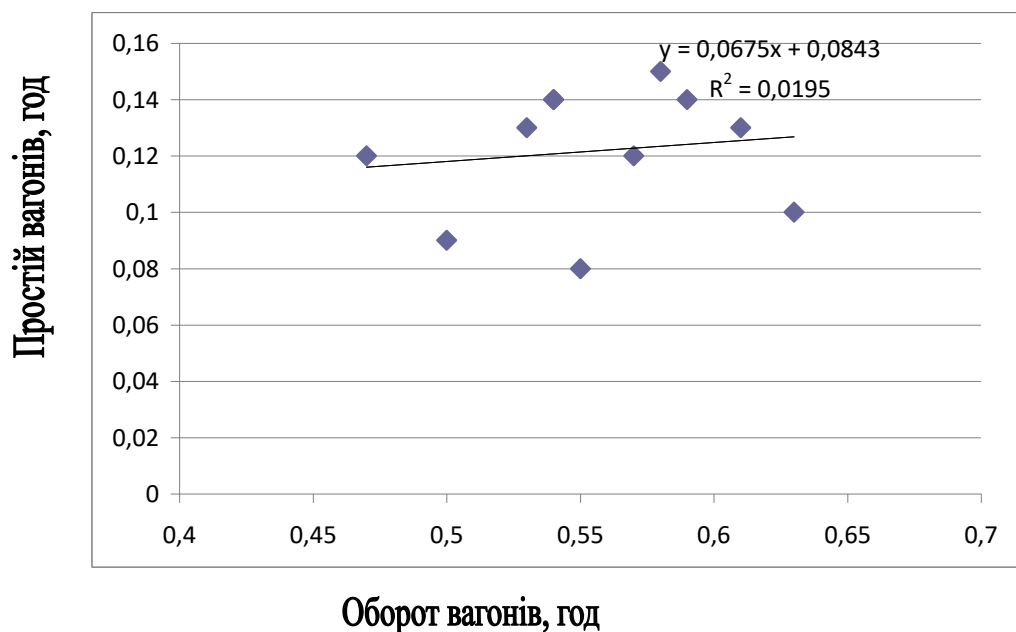


Рис. 2. Залежність обороту вагонів від простою на прикордонних передавальних станціях Південної залізниці у 2010 р.

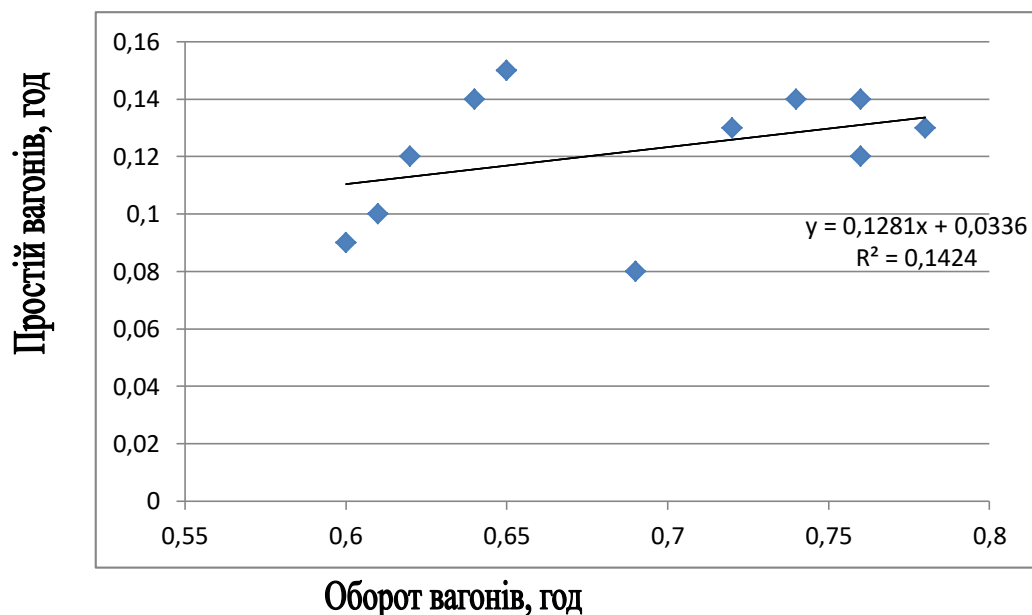


Рис. 3. Залежність обороту вагонів від простою на прикордонних передавальних станціях Південної залізниці у 2011 р.

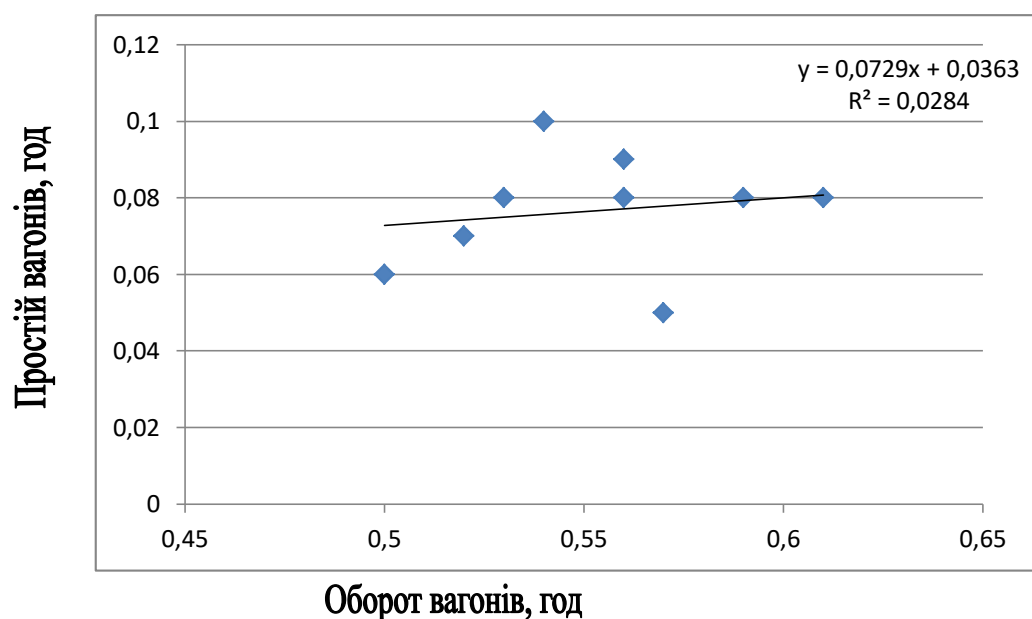


Рис. 4. Залежність обороту вагонів від простою на прикордонних передавальних станціях Південної залізниці у 2012 р.

Аналіз коефіцієнтів кореляції показує, що суттєвий вплив на величину обороту вагону має простій затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях. При збільшенні величини простою затриманих вагонів збільшується тривалість обороту

через прямо пропорційну залежність між цими величинами (рис. 2, 3, 4).

Висновок. Оборот вагонів є основним якісним показником діяльності залізниць, що потребує обов'язкового виконання. За останні роки в міждержавному сполученні

значно збільшився оборот вагонів і термін доставки експортно-імпортних вантажів. Це пов'язано зі значним простоем затриманих вагонів на прикордонних передавальних станціях.

Дослідження показали, що існує прямо пропорційна залежність між оборотом вагонів і простоем на прикордонних передавальних станціях.

З метою прискорення роботи пунктів пропускання і скорочення часу простою поїздів необхідно удосконалювати та приводити до єдиних стандартів технологію роботи пунктів пропускання,

упроваджувати використання електронної інформації і документообігу в процес перевезення вантажів.

Для забезпечення ефективного використання технічних засобів станції, якісного виконання функцій з приймання та відправлення поїздів з найменшим часом перебування вагонів на станції та збереження вантажів необхідно розробити типовий технологічний процес (ТПП) роботи прикордонних передавальних станцій, в якому буде чітко визначено організацію роботи робітників станції та контролюючих організацій.

Список літератури

1. Основы технологии работы межгосударственной передаточной станции [Текст] – К.: Государственная администрация железнодорожного транспорта Украины. Укрзалізниця, 1997. – 28 с.
2. Альошинський, Є.С. Пропозиції щодо розробки положень типового технологічного процесу роботи прикордонних передавальних станцій України [Текст] / Є.С. Альошинський, О.С. Пестременко-Скрипка, О.В. Невзорова // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 131. – С. 18-26.
3. Акулиничев, В.М. Применение математических методов и вычислительной техники в эксплуатации железных дорог [Текст] / В.М. Акулиничев, В.А. Кудрявцев, П.А. Шульженко. – М.: Транспорт, 1973. – С. 64-66.
4. Корреляционный и регрессионный анализ в MS Excel и в статистическом комплексе SPSS [Электронный ресурс]: методические рекомендации / Профессионально-ориентированные экономические информационные системы; Минский филиал МЭСИ. – Режим доступа: nashaucheba.ru/v40437/?download=15.
5. Макаренко, М.В. Краткий справочник показателей эксплуатационной работы железных дорог Украины [Текст] / М.В. Макаренко. – Киев, 2001. – С. 36-39.

Ключові слова: прикордонна передавальна станція, простій вагонів, оборот вагонів, коефіцієнт кореляції, типовий технологічний процес.

Анотації

Проведено аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагонів. Для визначення ступеня взаємозв'язку між оборотом по залізниці та середньодобовим простоем вагонів на прикордонних передавальних станціях був використаний кореляційний аналіз. Обґрунтовано необхідність розроблення типового технологічного процесу роботи прикордонних передавальних станцій для забезпечення прискорення роботи пунктів пропускання і скорочення часу простою поїздів.

Проведен аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагонів. Для определения степени взаимосвязи между оборотом по дороге и среднесуточным

простоем вагонов на пограничных передаточных станциях был использован корреляционный анализ. Обоснована необходимость разработки типового технологического процесса работы пограничных передаточных станций для обеспечения ускорения работы пунктов пропуска и сокращения времени простоя поездов.

The analysis influence of outage international car traffic volume on the turn of carriages. For determination degree of intercommunication between a turn for roads and average daily outage carriages on the frontier transmission stations a cross-correlation analysis was used. The necessity of work process technological model development the frontier transmission stations is reasonable for providing of acceleration work the points of admission and reduction the time outage of trains.

УДК 656.222.3:658.5

*Д-р техн. наук О.В. Лаврухін,
кандидати техн. наук Ю.В. Доценко,
П.В. Долгополов*

*Doct. of techn. sciences A.V. Lavrukhin,
candidates of techn. sciences D. Y.V.Dotsenko,
P.V. Dolgopolov*

ФОРМУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУ ПОЇЗНОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ

FORMATION OF OPTIMIZATION MODELS CALCULATION OF OPERATIONAL PLAN TRAIN RAILWAY STATION

Вступ. Оперативне планування роботи станції здійснюється з метою виконання завдань з приймання і відправлення поїздів і вагонів, у тому числі порожніх, з регулювання, навантаження і вивантаження, перевалки і сортування вагонів і вантажів, а також виконання графіка руху і плану формування поїздів і основних якісних показників роботи.

Дирекції на підставі добових планів, наданих станціями, розробляють добовий план поїзної і вантажної роботи станції і передають його на станцію за 3 години до початку планової доби. Він містить такі дані: загальна кількість поїздів, що підлягають прийманню станцією з кожного напрямку з розподіленням на транзитні і розбірні; загальна кількість поїздів, які

необхідно відправити зі станції на кожний напрямок, з виділенням кількості поїздів свого формування; завдання з відправлення порожніх вагонів у регулювання з визначенням напрямку прямування і роду рухомого складу; розміри навантаження, вивантаження, перевантаження з морського або річкового транспорту з виділенням найважливіших вантажів; завдання на навантаження відправницьких технічних і ступінчатих маршрутів; кількість порожніх вагонів, які мають прибути під навантаження; інші завдання виходячи з місцевих умов роботи станції (промивання вагонів, пропарювання цистерн, екіпування рефрижераторного рухомого складу, обладнання вагонів під перевезення спеціальних вантажів та ін.); кількість

вагонів власності країн СНД і Балтії, які очікують прибуття на станцію.

Постановка задачі дослідження.

Згідно з прийнятою технологією роботи на залізничному транспорті передача визначених раніше даних здійснюється за допомогою телефонних засобів зв'язку, що негативно позначається на оперативності передачі інформації і фактично після отримання розробленого плану оперативна ситуація на полігоні може суттєво змінитися. Для вирішення цієї проблеми використовується спосіб 4-6-годинного аналізу і коригування оперативних планів, але і в цьому випадку втрачаються об'єктивність одержаних даних за рахунок значного інтервалу між настанням події і до прийняття управлінського рішення. Низька об'єктивність даних також обумовлена тим фактом, що всі рішення приймаються лише на основі досвіду людини без виконання певних розрахунків засобами автоматизації за умови врахування нечітких вхідних даних. Виходячи з цього можливо поставити задачу дослідження – формування математичної моделі визначення оптимального варіанта оперативного плану поїзної роботи залізничної станції, яка стане основою автоматизованої технології оперативного планування поїзної роботи залізничної станції з елементами штучного інтелекту.

Формування моделі. Розв'язання цієї задачі буде ґрунтуватися на формуванні моделі, яка повинна відтворювати оптимальний план поїзної роботи полігонів залізниць на основі прогнозування основних показників при досягненні мінімальних відхилень прогнозу від реального виконання [1, 2]. Відповідно до цього слід зазначити, що основою оперативного плану поїзної та вантажної роботи залізниць є дані про майбутнє прибуття та відправлення поїздів зі станцій, а також дані про формування маршрутів з місць навантаження. Згідно із цим оптимізаційну модель розрахунку

оперативного плану поїзної роботи залізничної станції можливо сформуванати як

$$\Delta N = \sum_{i=1}^l \sum_{p=1}^k (N_{ip}^{nl} - N_{ip}^{euk}) \rightarrow \min \quad (1)$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} x_1 \leq 24 - t_\phi \\ x_2 \leq 24 - \left(\sum_{j=1}^h t_j + \sum_{q=1}^w t_q \right) \\ \text{при } x_1 + x_2 \leq 24 \\ u_1 \geq m_m \\ u_2 \geq m_m \\ u_3 \geq 1 \end{cases}, \quad (2)$$

де ΔN – параметр виконання плану;

N_{ip}^{nl} – запланована кількість поїздів, які будуть перероблюватися на станції (прибуття, відправлення, формування маршрутів);

N_{ip}^{euk} – реальне виконання поїзної роботи станції;

i – кількість станцій на дільниці, яка бере участь в оперативному плануванні;

p – параметр оперативного плану поїзної роботи, який відповідає обсягу поїзної роботи (кількість поїздів, що відправлені, прибулих і сформованих маршрутів);

x_1 – час до відправлення поїзда зі станції формування (за умови наявності на станції формування вагонів у кількості, необхідній для формування поїзда), год;

x_2 – час прямування поїзда від станції формування до станції розформування (з урахуванням перегінного часу ходу, часу на схрещення, обгони тощо);

t_ϕ – час на формування певного поїзда, год;

t_j – час прямування поїздів по перегонах ($j = 1, 2, \dots, h$, де h – кількість перегонів), год;

t_q – час простою поїздів під схрещеннями, обгонами, через неприймання на станцію ($q = 1, 2, \dots, w$, де w – кількість розмежувальних пунктів, на яких відбувалася затримка поїзда), год;

u_1 – наявна кількість вагонів на станції та на підходах до неї для формування маршруту відправлення, ваг;

m_m – нормативна довжина маршруту на певному напрямку, ваг;

u_2 – наявна вивантажувальна спроможність підприємства, на яке призначено маршрут, ваг;

u_3 – кількість технічних станцій на шляху прямування маршруту.

У виразі (1) модуль означає, що недовиконання і перевиконання плану буде негативно позначатися на якості роботи інфраструктури залізничного транспорту. Це припущення ґрунтується на тому, що при невиконанні плану перевезень залізниця втрачає прибуток, а при перевиконанні може порушитися прийнята технологія і ритм роботи, що в подальшому також може негативно позначитися на прибутковості [3].

Оскільки виходячи з основних положень оперативного планування та сформованої цільової функції (1) у процесі формування визначеної технології стає необхідним узагальнення значної кількості незалежних параметрів, дану задачу доцільно віднести до категорії слабкоструктурованих і розв'язувати на основі математичного апарату нечіткої логіки.

Подальше розв'язання поставленої задачі, формалізації процесів розрахунку параметрів оперативного плану поїзної роботи доцільно почати з формалізації процедури визначення кількості поїздів, які підлягають прийманню станцією з кожного напрямку.

Виходячи з умов експлуатації в основу даного розрахунку слід покласти такі параметри: час до відправлення поїзда зі станції формування (x_1) (за умови наявності на станції формування вагонів у кількості, необхідній для формування поїзда); час прямування поїзда від станції формування до станції розформування (x_2); час, який залишився до закінчення планової доби (x_3).

Визначені параметри в комплексі впливають на прибуття або неприбуття поїзда на станцію. Таким чином, розв'язання задачі зводиться до знаходження такої комбінації зазначених параметрів, яка буде сприяти прибуттю поїзда. Необхідність врахування визначених вхідних параметрів дозволяє віднести поставлену задачу до класу слабкоструктурованих. Як зазначалося раніше, для розв'язання задач такого класу найбільш доцільно використовувати методи нечітких множин і нечіткої логіки, які дозволяють паралельно узагальнювати значну кількість вхідних параметрів, у тому числі таких, формалізація яких ускладнена, і надавати обґрунтовані розв'язки як у вигляді конкретного значення, так і з можливістю відображення впевненості у виникненні тієї чи іншої події.

Згідно з основними поняттями нечіткої логіки подамо вхідні параметри x_1, x_2, x_3 у вигляді лінгвістичних змінних. Таким чином, згідно з поставленою задачею моделювання процесу визначення кількості поїздів, що підлягають прийманню станцією з кожного напрямку, необхідно задати трійку лінгвістичних змінних у вигляді $\langle x_1, T_1, A \rangle, \langle x_2, T_2, B \rangle, \langle x_3, T_3, C \rangle$. Безпосередньо переходячи до формалізації, лінгвістичну змінну $\langle x_1, T_1, A \rangle$ можливо подати в такому вигляді:

$$\langle x_1, T_1, A \rangle \rightarrow \langle \text{"Час до відправлення"}, T_1, [a_{\min}, a_{\max}] \rangle, \quad (3)$$

де $T_1 = \{ \text{"в межах доби"}, \text{"можливо в межах доби"}, \text{"за межами доби"} \}$;

a_{\min}, a_{\max} – область визначення $A = \{a\}$ відповідної нечіткої змінної, яка характеризує величину часу, який залишився до відправлення поїзда свого формування.

Нечітку підмножину множини H_2 можна подати як

$$\tilde{\alpha}_i = \left\{ \left\langle \mu_{\alpha_i}(a) / a \right\rangle \right\} (a \in A), \quad (4)$$

де $\mu_{\alpha_i}(a)$ – функція приналежності, яка описує нечітку змінну $\tilde{\alpha}_i$.

$$\begin{aligned} \langle \text{"в межах доби"}, [a_{\min}, a_{\max}], \tilde{\alpha}_1 \rangle, & \quad \langle \text{"в межах доби"}, [0,10], \tilde{\alpha}_1 \rangle, \\ \langle \text{"можливо в межах доби"}, [a_{\min}, a_{\max}], \tilde{\alpha}_2 \rangle, & \Rightarrow \langle \text{"можливо в межах доби"}, [0,24], \tilde{\alpha}_2 \rangle, \\ \langle \text{"за межами доби"}, [a_{\min}, a_{\max}], \tilde{\alpha}_3 \rangle. & \quad \langle \text{"за межами доби"}, [10,24], \tilde{\alpha}_3 \rangle. \end{aligned}$$

Подальше формування нечітких вхідних і вихідних змінних аналогічно наведеному вище наведеному порядку.

Висновки. Таким чином, було сформовано оптимізаційну модель розрахунку оперативного плану поїзної роботи залізничної станції, яка стане основою автоматизованої технології оперативного управління поїзною роботою лінійних підрозділів з елементами штучного інтелекту. Зазначена модель дозволяє відтворювати план поїзної роботи полігонів залізниць на основі визначення основних показників, які носять нечіткий характер при досягненні мінімальних відхилень прогнозу від реального виконання.

У даному випадку значення лінгвістичної змінної "Час до відправлення" з терм-множиною T_1 описується функціями належності з відповідними назвами і обмеженнями на можливі значення. Згідно з цим параметри нечітких змінних $\tilde{\alpha}_i$ можуть бути відтвореними в аналітичному вигляді так:

На основі врахування незалежних параметрів, таких як час до відправлення поїзда зі станції формування; час прямування поїзда від станції формування до станції розформування; час, який залишився до закінчення планової доби, формалізовано процедуру визначення рівня впевненості у прибутті поїзда на залізничну станцію. Сформована процедура дозволяє на основі виконання операції додавання визначати кількість поїздів, які підлягають прийманню станцією з кожного напрямку. Передбачається, що визначена операція буде виконуватися в автоматичному режимі за умови використання автоматизованих засобів обробки інформації.

Список літератури

1. 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(1). – С. 16-19.
2. Лаврухін, О.В. Удосконалення управління перевізним процесом на основі теорії нечітких множин [Текст] / О.В. Лаврухін // Зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2003. – Вип. 53. – С. 78 – 82.

3. Смехов, А.А. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте [Текст] / А.А. Смехов, В.В. Повороженко, А.Т. Дерibas. – М.: Транспорт, 1990. – 351 с.

Ключові слова: оперативне планування, оптимальний план, оптимізаційна модель, формалізація процесу, слабкоструктурована задача.

Анотації

У даній статті розглядаються питання відтворення процесу формування оптимізаційної моделі розрахунку оперативного плану поїзної роботи залізничної станції.

В данной статье рассматриваются вопросы отображения процесса формирования оптимизационной модели расчета оперативного плана поездной работы железнодорожной станции.

In this research work addresses the reproduction process of forming an optimization model for calculating operational plan trainset of the train station.

УДК 624.012:624.075

*Д-р техн. наук И.Э. Мартынов,
кандидаты техн. наук Е.Ф. Орел,
Г.Л. Ватуля*

*Doct. of techn. sciences I.E. Martynov,
candidates of techn. sciences E.F. Orel,
G.L. Vatulya*

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ И ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛИТ

STRESS-STRAINED AND LIMITING STATE OF SANDWICH SLABS

Постановка проблемы. В настоящее время широкое применение получили конструкции с внешним листовым армированием. Наибольший эффект от внешнего армирования достигается в изгибаемых в двух направлениях плитах перекрытий и покрытий благодаря тому, что плоский стальной лист, работая в условиях двухосного растяжения, повышает жесткость и несущую способность плиты. Применение сталебетонных конструкций позволяет существенно улучшить показатели материалоемкости, стоимости и

трудоемкости строительства, благодаря применению стального листа в качестве составной части опалубки, совмещению функций рабочей арматуры с опалубкой, изоляционными и защитными функциями, компактному расположению у внешней кромки, что наиболее рационально для изгибаемых элементов.

Анализ основных исследований и публикаций. Внедрение изгибаемых в двух направлениях сталебетонных плит затруднено ввиду недостаточной разработанности методов расчета и проектирования.

Проблема расчета сталебетонных плит на силовые воздействия состоит в первую очередь в необходимости учета нелинейности деформирования бетона, его анизотропных свойств, зависимости жесткостных коэффициентов от нагрузки и других факторов [1, 2]. Также необходимо учитывать влияние граничных условий, расположение армирующих листов, толщины стальных листов, податливости объединения стального листа и бетона. При

выводе физических уравнений для элемента с трещинами необходимо учитывать анизотропные свойства, возможные деформации сдвига по контакту стальных листов с бетоном, работу растянутого бетона над трещиной и т. д. [3].

Основной материал статьи. Элемент трехслойной сталебетонной плиты, а также возникающие в элементе напряжения и деформации приведены на рисунке.

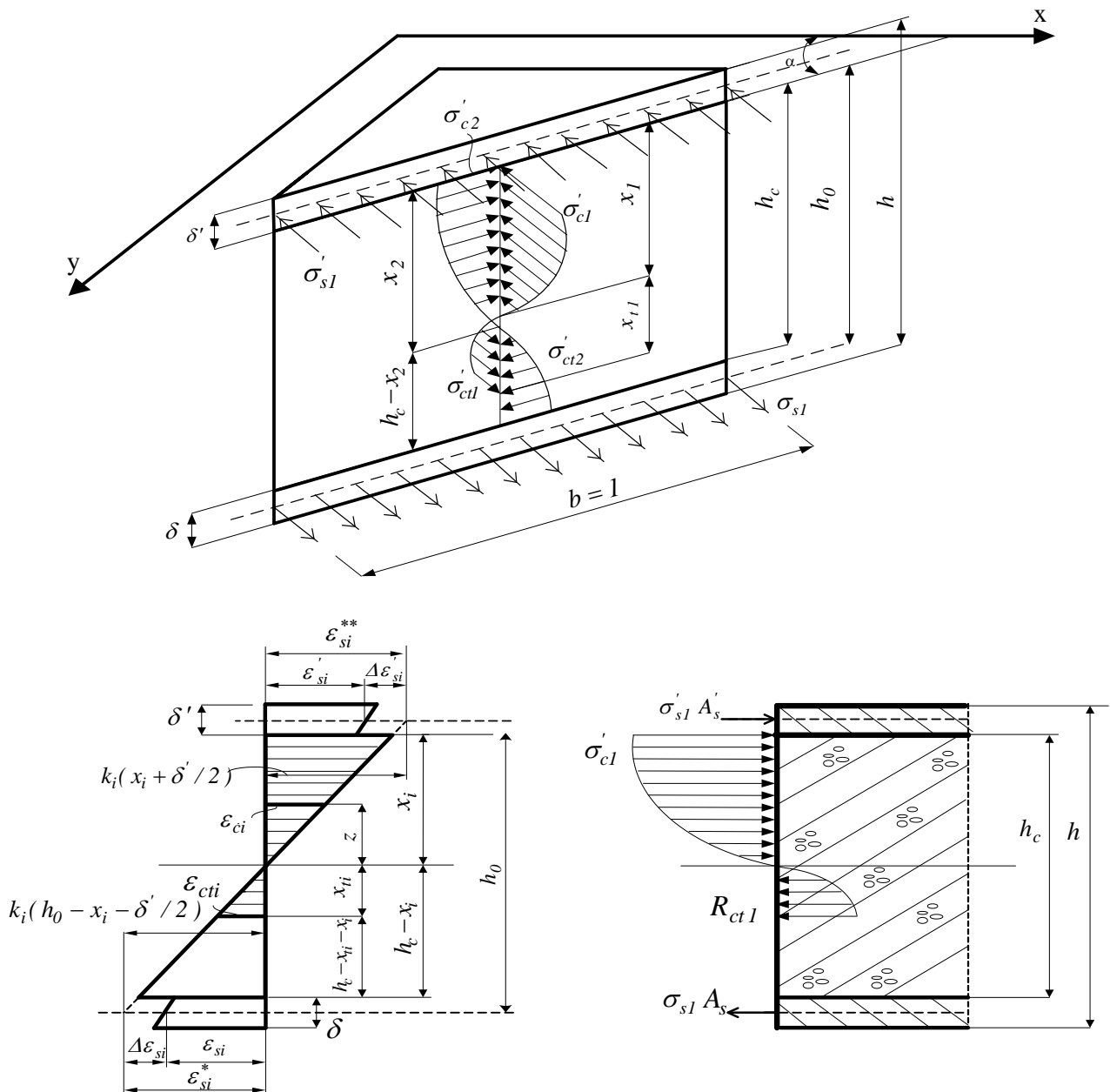


Рис. Напряжения и деформации в сечении сталебетонного элемента трехслойной сталебетонной плиты

Уравнение равновесия изгибаемого элемента сталебетонной плиты, нагруженного поперечной нагрузкой, принимается в виде

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{2\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} = -P(x, y), \quad (1)$$

где $P(x, y)$ – функция поперечной нагрузки.

Геометрические зависимости для кривизны принимаются в соответствии с линейной теорией упругости

$$K_x = -\partial^2 w / \partial x^2; \quad K_y = -\partial^2 w / \partial y^2; \quad K_{xy} = -\partial^2 w / \partial x \partial y, \quad (2)$$

где $w(x, y)$ – функция прогибов (вертикальных перемещений) точек плиты в ортогональной системе координат.

Физические уравнения изгиба имеют вид

$$\begin{pmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{13} \\ D_{21} & D_{22} & D_{23} \\ D_{31} & D_{32} & D_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} K_x \\ K_y \\ 2K_{xy} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где $D_{11} = D_1 \sin^2 \alpha + D_2 \cos^2 \alpha$; $D_{12} = D_{21} = D_\mu$;

$$D_{13} = D_{31} = D_{23} = D_{32} = (D_1 - D_2) \cos \alpha \cdot \sin \alpha / 2;$$

$$D_{22} = D_1 \cos^2 \alpha + D_2 \sin^2 \alpha; \quad D_{33} = (D_1 + D_2 - 2D_\mu) / 4;$$

$$D_\mu = 0,5(D_{\mu 1} + D_{\mu 2});$$

$$D_i = -\frac{x_i^3 E_c}{3(1-\nu_c^2)} + \frac{x_{ti}^3 E_{ct}}{3(1-\nu_{ct}^2)} + \frac{E_s A_s (h_0 - x_i)^2 \lambda_i}{(1-\nu_s^2)} + \frac{E_s' A_s' (x_i + \frac{\delta'}{2})^2 \lambda_i}{(1-\nu_s'^2)};$$

$$D_{\mu i} = \frac{x_i^2 x_j E_c \nu_c}{3(1-\nu_c^2)} + \frac{x_{ti}^2 x_{tj} \nu_{ct} E_{ct}}{3(1-\nu_{ct}^2)} + \frac{\nu_s E_s A_s (h_0 - x_i)(h_0 - x_j) \lambda_j}{1-\nu_s^2}$$

$$+ \frac{\nu_s' E_s' A_s' (x_i + \frac{\delta'}{2})(x_j + \frac{\delta'}{2}) \lambda_j}{(1-\nu_s'^2)}, (i = 1, 2; j = 2, 1),$$

где A_s, A_s' – площадь стального листа в растянутой и сжатой зоне сечения на единице длины;

$E_c, E_{ct}, \nu_c, \nu_{ct}$ – параметри деформування, полученные приведенієм бетона к условно изотропной мгновенно-упругой сплошной среде;

E_s, ν_s, E'_s, ν'_s – параметри деформування сталъного листа в растянутой и сжатой зонах;

x_i – положения нейтральных осей.

Параметры деформування находятся по следующим зависимостям:

- для сжатого бетона:

$$\nu_c = \eta(1 - \bar{E}_{c1}/\bar{E}_{c2}) / (1 - \eta^2 \bar{E}_{c1}/\bar{E}_{c2}); \quad (4)$$

$$E_c = \bar{E}_{c1}(1 - \nu_c \eta);$$

- для растянутого бетона:

$$\nu_{ct} = \eta(1 - \bar{E}_{ct1}/\bar{E}_{ct2}) / (1 - \eta^2 \bar{E}_{ct1}/\bar{E}_{ct2}); \quad (5)$$

$$E_{ct} = \bar{E}_{ct1}(1 - \nu_{ct} \eta),$$

где $\bar{E}_{ci}, \bar{E}_{cti}$ – обобщенные интегральные модули деформаций сжатой и растянутой зоны сечения,

$$\begin{aligned} \bar{E}_{ci} &= 3 \sum_{k=1}^n A_{ik} (\varepsilon'_{ci})^{k-1} / (k+2); \\ \bar{E}_{cti} &= 3 \sum_{k=1}^n A_{tik} (\varepsilon'_{cti})^{k-1} / (k+2), \end{aligned} \quad (6)$$

где A_{ik}, A_{tik} – коэффициенты, определяемые из условия минимума квадратичных отклонений экспериментально полученных значений напряжений в опытах Г. Купфера и подсчитанных с использованием зависимостей в виде полинома пятой степени.

Работа сталъного листа за пределами упругости описывается методом переменных параметров упругости, введением характеристики пластичности, в соответствии с которой находятся переменные значения модуля упругости и

коэффициента поперечных деформаций упруго-пластического материала. Связь между интенсивностью напряжений и деформаций при этом принимается по диаграмме одноосного растяжения стали.

Влияние податливости контакта сталъного листа с бетоном (податливость связей сдвига) в каждом сечении учитывается введением параметра λ . Величина этого параметра в соответствии с рисунком для растянутой зоны имеет вид

$$\lambda_i = \frac{\varepsilon^*_{si} - \Delta \varepsilon_{si}}{\varepsilon^*_{si}} = \frac{k_i(h_0 - x_i) - \Delta \varepsilon_{si}}{k_i(h_0 - x_i)}, \quad (7)$$

где $\Delta \varepsilon_{si}$ – величины относительного сдвига по контакту стального листа с бетоном, определяемая экспериментально;

k_i – кривизна сечения;

x_i – расстояние от верхней кромки сечения до нейтральной линии;

δ – толщина стального листа;

h_o – рабочая высота сечения.

Выражение для напряжений в стальном листе, в растянутой зоне получим, соблюдая закон Гука для плоского напряженного состояния относительно напряжений ($i = 1, 2; j = 2, 1$):

$$\sigma_{si} = \frac{E_s}{1 - \nu_s^2} (\varepsilon_{si}^* \lambda_i + \nu_s \lambda_j \varepsilon_{sj}^*) \quad (8)$$

Аналогично определяется напряжение в сжатом листе.

Положение нейтральных осей $x_i (i = 1, 2)$ находится из условия равенства

нулю проекций всех сил, действующих в сечении на горизонтальную плоскость, и определяется по формуле

$$x_i = \frac{\sum_{k=1}^n A_{tik} \frac{(\varepsilon'_{cti})^k (h_o - x_i)}{k+1} f_{ti} + E_s A_s \varepsilon_{si}^* \text{sign}(i)}{\sum_{k=1}^n A_{ik} \frac{(\varepsilon'_{ci})^k}{k+1} f_i + E'_s A'_s \varepsilon_{si}^{**} \text{sign}(i)}, \quad (9)$$

где $\text{sign}(i)$ – функция действительного аргумента, для растянутой зоны определяемая зависимостью

$$\text{sign}(i) = \begin{cases} \frac{1}{1 - \eta \nu_s}, & \text{если } i = 1 \\ \frac{\eta}{\eta - \nu_s}, & \text{если } i = 2 \end{cases} \quad (10)$$

Выражения (1)-(3) представляют собой дифференциальные уравнения изгиба, справедливые для любой точки плиты. Разрешающее уравнение получено подстановкой в выражение (1) значений моментов (выражение (3)) с учетом выражения (2). В разностной форме оно

представляет собой линейное уравнение относительно 20 неизвестных значений функции прогибов в окрестностях рассматриваемой точки с координатами (i, j) . В свернутом виде конечное разрешающее уравнение имеет вид

$$\sum_{L=-2}^{L=2} \sum_{B=-2}^{B=2} B(N) w(i+K, j+L) = P(i, j), \quad (11)$$

где $N = 5K + L + 13$;

$L, K = -2.0, -1.0, 0, 1.0, 2.0$;

$P(i, j)$ – значение функции внешней нагрузки в точке (i, j) .

При записи разрешающего уравнения для точек на контуре и прилегающих к контуру приходится иметь дело с законтурными значениями функций прогибов, которые необходимо увязывать дополнительными (граничными) условиями со значениями этой функции внутри контура.

В работах [4,5] предлагается общий подход к учету граничных условий, в том числе и в угловых зонах пластинок.

В работе [6] приведены алгоритм и программа расчета сталебетонных плит с различными условиями опирания.

Выводы. Таким образом, разработана методика расчета трехслойных и двухслойных сталебетонных плит с различными условиями опирания с учетом особенностей деформирования стального листа (работа за пределом упругости) и бетона (нелинейность деформирования в условиях плоского напряженного состояния и трещинообразования) под воздействием кратковременной нагрузки. Этот расчет производится методом конечных разностей и сводится к проверке прочности стального листа, сжатой зоны бетона, прочности контакта стального листа и бетона, а также прогибов плиты.

Список литературы

1. Чихладзе, Э.Д. Теория деформирования сталебетонных плит [Текст] / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов // Сб. науч. трудов. – Харьков: ХарГАЖТ, 1996. – Вып. 52. – С. 20-29.
2. Чихладзе, Э.Д. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных плит / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов [Текст] // Научно-технический журнал государственного строительного комитета СССР. – М.: Стройиздат, 1990. – С. 22-26.
3. Карпенко, Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами [Текст] / Н.И. Карпенко. – М.: Стройиздат, 1976. – 218 с.
4. Лобяк, А.В. Моделирование процесса деформирования и потери несущей способности сталебетонной плиты [Текст] / А.В. Лобяк, Е.Ф. Орел // Зб. наук. праць. – Луганськ: ЛНАУ, 2004. – Вип. 45/52. – С. 122-128.
5. Орел, Е.Ф. Численные исследования сталебетонных плит при различных условиях опирания [Текст] / Е.Ф. Орел // Зб. наук. праць. – К.: КиївЗНДІЕП, 2004. – Спец. вып. – С. 242-247.
6. Орел, Е.Ф. Влияние граничных условий на несущую способность сталебетонных плит [Текст] / Е.Ф. Орел // Міжвід. науково-техн. зб. – К.: НДІБК, 2005. – С. 213-219.

Ключевые слова: сталебетонные конструкции, трехслойные плиты, напряженно-деформированное состояние, предельное состояние, несущая способность, контактные силы, кривизна сечения.

Аннотації

У статті наведено методику розрахунку згинальних за двома напрямками сталебетонних плит з різними умовами опирання при силових впливах з урахуванням нелінійності деформування і тріщиноутворення бетону в умовах плоского напруженого стану, пластичних деформацій сталевих листів за межею пружності, податливості з'єднання

листа з бетоном. Отримано повну систему рівнянь, що описує напружено-деформований стан сталобетонної плити під дією навантаження.

В статье приведена методика расчета изгибаемых в двух направлениях сталобетонных плит с различными условиями опирания при силовых воздействиях с учетом нелинейности деформирования и трещинообразования бетона в условиях плоского напряженного состояния, пластических деформаций стального листа за пределом упругости, податливости объединения листа с бетоном. Получена полная система уравнений, описывающая напряженно-деформированное состояние сталобетонной плиты под действием поперечной нагрузки.

The author proposed method of calculation of steel concretes plates, bended in two directions. The methodology is grounded on different terms of opposing at the power influencing, taking into account nonlinear concrete deformation in the conditions of the plate tense state, plastic deformations of steel sheet at a resiliency, pliability of association of sheet with a concrete.

УДК 629.4.083

Канд. техн. наук В.М.Запара

Cand. of techn. sciences V.M. Zapara

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПУНКТІВ КОМЕРЦІЙНОГО
ОГЛЯДУ СТАНЦІЇ ДЕБАЛЬЦЕВЕ-СОРТУВАЛЬНА
ДОНЕЦЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ**

**RESEARCH OF COMMERCIAL REVIEW POINTS ON STATION
DEBALTSEVO-SORTING ON THE DONETSKAYA RAILWAY**

Представив д-р техн. наук, доцент О.В. Лаврухин

Вступ. Недбале виконання вимог технічних умов навантаження вагонів відправниками, недостатньо чітка організація роботи пунктів комерційного огляду поїздів і вагонів (ПКО) безпосередньо впливає на якість перевезення та забезпечення безпеки руху. Цим питанням роботи залізниці постійно приділяють значну увагу, намітилась тенденція зниження кількості транспортних подій, пов'язаних з комерційним господарством (у 2010 році – 24, у 2011 році – 21, а у 2012 році – 9), проте в роботі багатьох ПКО є ще значні недоліки [1].

Актуальність. Широке впровадження в перевізний процес Укрзалізниці

автоматизованих систем контролю й технічного огляду за станом вантажів позитивно впливає на покращення схоронності вантажів та забезпечення безпеки руху. Для подальшого підвищення якості роботи ПКО поряд з технічним удосконаленням систем контролю ПКО, більш широкого впровадження тензометричних ваг (в т. ч. у вантажовласників, де виконується до 95 % навантаження) необхідно активно проводити моніторинг роботи ПКО, виявляти недоліки в їх роботі та розробляти заходи щодо їх подолання. Важливим в цьому напрямі є аналіз роботи ПКО, які працюють на найбільш напружених

дільницях та пропускають значну кількість вагонів з комерційними несправностями.

Аналіз досліджень і публікацій. Удосконаленню роботи ПКО науковцями приділяється достатня увага, особливо останнім часом з початку впровадження автоматизованих систем контролю й технічного огляду стану вантажів, у т.ч. і в Україні (Кузнецов М.М., Ломотько Д.В. та ін.) [2-5].

Аналіз цих публікацій указує, що недостатньо висвітлюється робота конкретних ПКО найважливіших технічних станцій залізниць з урахуванням використання інноваційних систем та місцевих умов роботи.

Мета. Дослідження роботи ПКО станції Дебальцеве-Сортувальна Донецької залізниці за 2012 рік з точки зору виявлення комерційних браків та пропуску їх на інші залізниці.

Виклад основного матеріалу. Від чіткої організації комерційного огляду вагонів, у т.ч. від роботи ПКО в значній мірі залежить швидкість та якість залізничних перевезень (виконання термінів доставки), особливо час перебування вагонів на станціях. Щорічно залізницями України виконується перевезення більше 600 тис. відправок. У 2012 році виявлено 62 625 вагонів з комерційними несправностями, тобто кожна десята відправка мала комерційну несправність. Майже 40 % всіх комерційних несправностей виявлено ПКО на Одеській залізниці (24661), 28 % на Донецькій (17825) та 20 % на Придніпровській (12821), решта – 12 % (7318) припадає на Південно-Західну, Південну та Львівську залізниці [1]. Як правило, найбільшу частку виявлених вагонів з комерційними несправностями становлять вагони своєї залізниці, але на Придніпровській залізниці найбільше виявлено вагонів відправлення Донецької залізниці (6129 або 47,8 %), на Донецькій – Придніпровської (9 919 або 55,6 %), на Південній – Донецької (1 285 або 46,3). Це пояснюється тим, що Донецька та

Придніпровська залізниці мають найбільші навантажувальні потужності, однак ПКО цих залізниць допускають значний брак у роботі. Наприклад, Донецькою залізницею пропущено 520 ваг з порушенням технічних умов навантаження і кріплення, які виявлені ПКО інших залізниць, що становить 45,5 % від аналогічних браків інших залізниць.

ПКО залізниць у 2012 році виявили 1633 ваг з порушенням технічних умов навантаження і кріплення. Більше половини з них (52,0 %) виявлено Придніпровською – 849 (в т.ч. 199 відправників Придніпровської залізниці), Одеською – 222 випадки (або 13,6 %), в т.ч. 71 відправників Одеської залізниці, а Донецькою залізницею лише 144 (8,8 %), в т.ч. 96 відправників Донецької залізниці. Показовим є також виявлення на ПКО залізниць вагонів, навантажених понад вантажопідйомність. Із 289 таких вагонів 241 (83,4 %) відправлені клієнтами Донецької залізниці, при чому лише 32 з них виявлені ПКО Донецької залізниці, а 202 – ПКО Придніпровської залізниці.

Для усунення комерційних несправностей за 2012 рік відчіплялось по Укрзалізниці 6 417 ваг (практично кожний десятий вагон з вагонів, що мали комерційну несправність), в т.ч. відправників Донецької залізниці – 2 364 ваг або 36,8 % (рис. 1).

Отже, першочергову увагу слід приділити роботі ПКО Донецької залізниці. У цьому сенсі досить показовим є робота станції Дебальцеве-Сортувальна. Ця станція є позакласною, двосторонньою сортувальною з послідовним розташуванням парків приймання, сортувальних і відправлення. Є можливість одночасного приймання і відправлення поїздів на всі прилеглі напрями: у бік станції Чорнухине (напрямки Штерівка, Торез, Лиха), станції Депрерадівка (на напрямок Родакове), станції ім. О.М.Крючкова (на напрямок Попасна), станції Дебальцеве (на напрямки Горлівка, Микитівка, Єнакієве). Для організації комерційного огляду поїздів є

ПКО, які розташовані у парках Західного відправлення, Західного та Східного приймання у вхідних горловинах парків, а у парку Східного відправлення у вихідній горловині парку станції. ПКО станції в парках приймання оснащені пристроями промислового телебачення, оглядовими вишками. У Західному парку відправлення встановлені тензометричні вагонні ваги марки СВ 200000В/Г, на яких проводиться

зважування вантажів у статичному стані. ПКО забезпечені матеріалами й інструментами для усунення комерційних несправностей на 80 %, радіостанціями. Є вагонні тензометричні ваги для визначення ваги вантажів під час руху на перегоні Чорнухине – Дебальцеве-Сортувальна, Депрерадівка – Дебальцеве-Сортувальна. Узагальнені результати роботи ПКО станції за 2011-2012 роки наведено в таблиці.

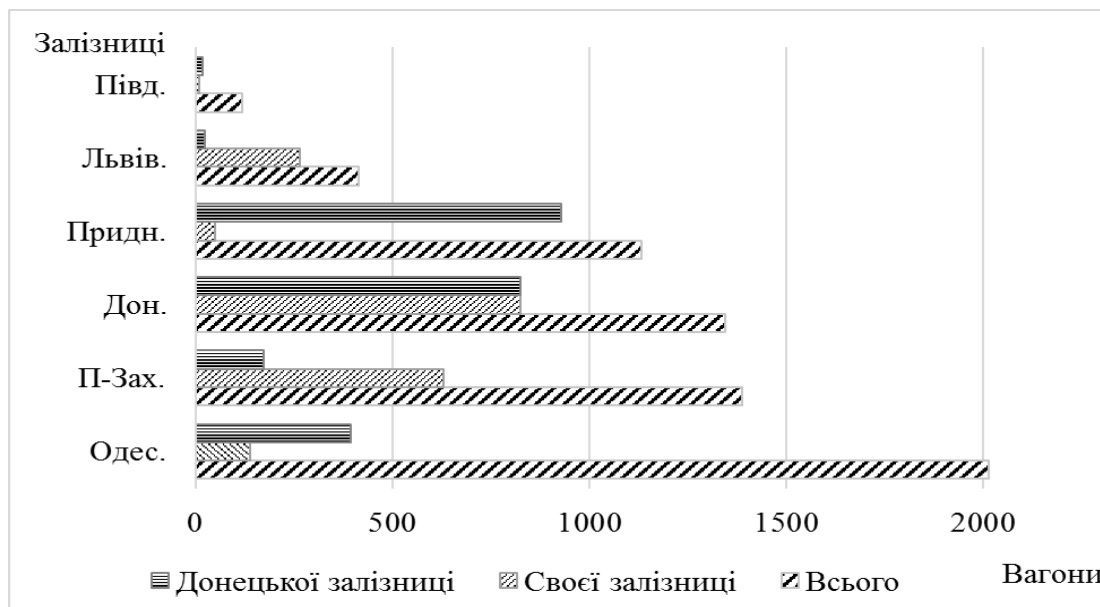


Рис. 1. Кількість вагонів з комерційними несправностями, що відчіплялись для усунення несправностей на залізницях України у 2012 році

Таблиця

Результати роботи ПКО станції Дебальцеве-Сортувальна Донецької залізниці за 2011-2012 роки

Показник	Період					
	4-й квартал року			Рік		
	2011	2012	+% до 2011 р.	2011	2012	+% до 2011 р.
Виявлено комерційних несправностей	92	457	+497	368	1547	+420
Пропущено комерційних несправностей	51	53	+3,9	216	184	- 14,8
Відношення пропущених браків до виявлених, %	55,4	11,6	-43,8	58,7	11,9	-46,8
Обсяг переробки за добу, ваг	4072	4114	+1,0	3999	4183	+4,6

Як бачимо, ПКО станції у 2012 році виявили комерційних несправностей в 4-5 разів більше, ніж у 2011 році (пов'язано з

упровадженням інноваційних технологій роботи, у першу чергу тензометричних ваг), проте значна кількість комерційних

несправностей пропускається (по четвертому кварталі кількість їх залишилась практично без змін, в цілому за рік зменшено майже на 15 %). Із 1547 комерційних несправностей (8,7 % з виявлених ПКО Донецької залізниці) віднесено до інших комерційних несправностей 920 (59,5 % всіх виявлених комерційних несправностей), які були пропущені ПКО Південної залізниці – 9 (1,0 %), Придніпровської – 21 (2,3 %) та Донецької залізниці – 890 (96,7 %); до розладу навантаження при відсутності порушень правил навантаження – 537 (34,7 %); до порушення технічних умов навантаження – 42 (2,7 %); до завантаження вагонів понад вантажопідйомність – 32 (2,1 %); відсут-

ність ЗПП – 16 (1,0 %). Більш детальний розгляд інших комерційних несправностей указує на те, що основною складовою цієї несправності є нерівномірність завантаження вагонів – 820 (89,1 %). Крім того, сюди віднесено такі порушення: відбите вушко – 28 випадків (3,0 %), зламана упаковка – 20 (2,2 %), невідповідність ЗПП – 16 (1,7 %), інші види – 36 (4,0 %).

Виявлені вагони з нерівномірністю завантаження (переважно вугілля), які були завантажені на під'їзних колях шахт і пропущені (прийняті до перевезення) станціями примикання. Розподіл цих вагонів за станціями, що не запобігли цій комерційній несправності, наведено на рис. 2.

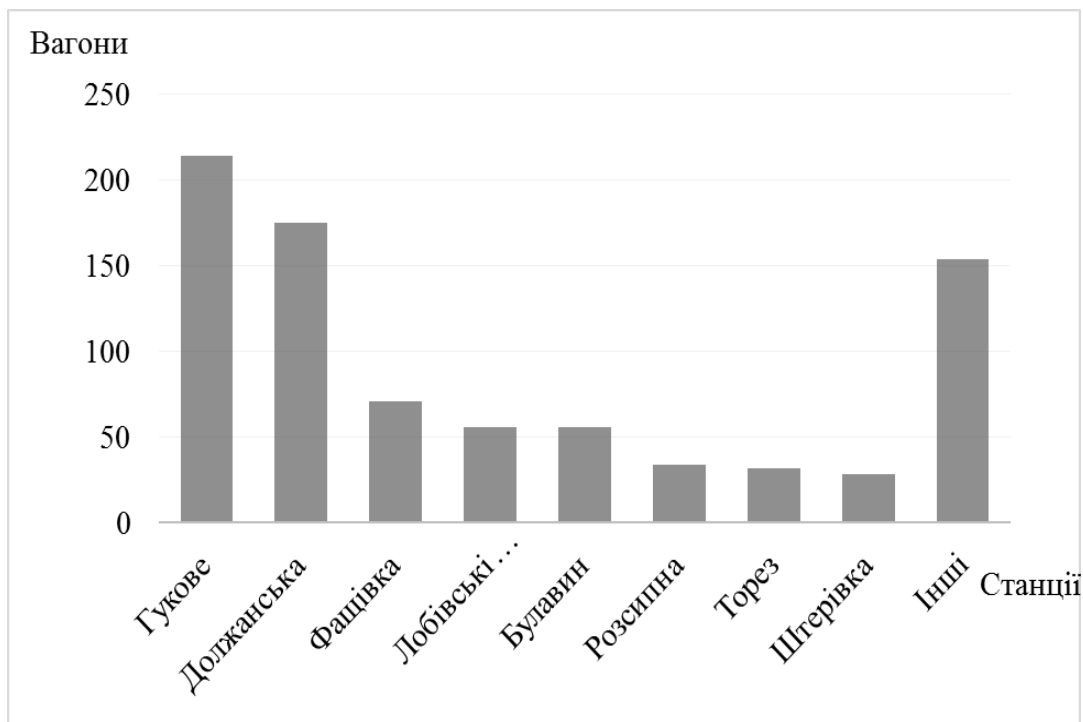


Рис. 2. Вагони з нерівномірністю завантаження, що пропущені станціями та виявлені ПКО станції Дебальцеве-Сортувальна у 2012 році

Аналіз виявлених розладів навантаження вказує на те, що основними причинами таких комерційних несправностей (рис. 3) є: ослаблення розтяжок (223 випадки із 537), зсув вантажу (171) та злам упорного бруска (81). Майже половину вагонів з розладом навантаження

пропущено станцією Основа (Південна залізниця) – 247 (46,0 %), більше чверті ПКО Придніпровської залізниці (Нижньодніпровськ-Вузол та Запоріжжя-Ліве) – 155 (28,9 %), інші – ПКО Донецької залізниці (Ясинувата, Красний Лиман та ін.) – 135 (25,1 %).

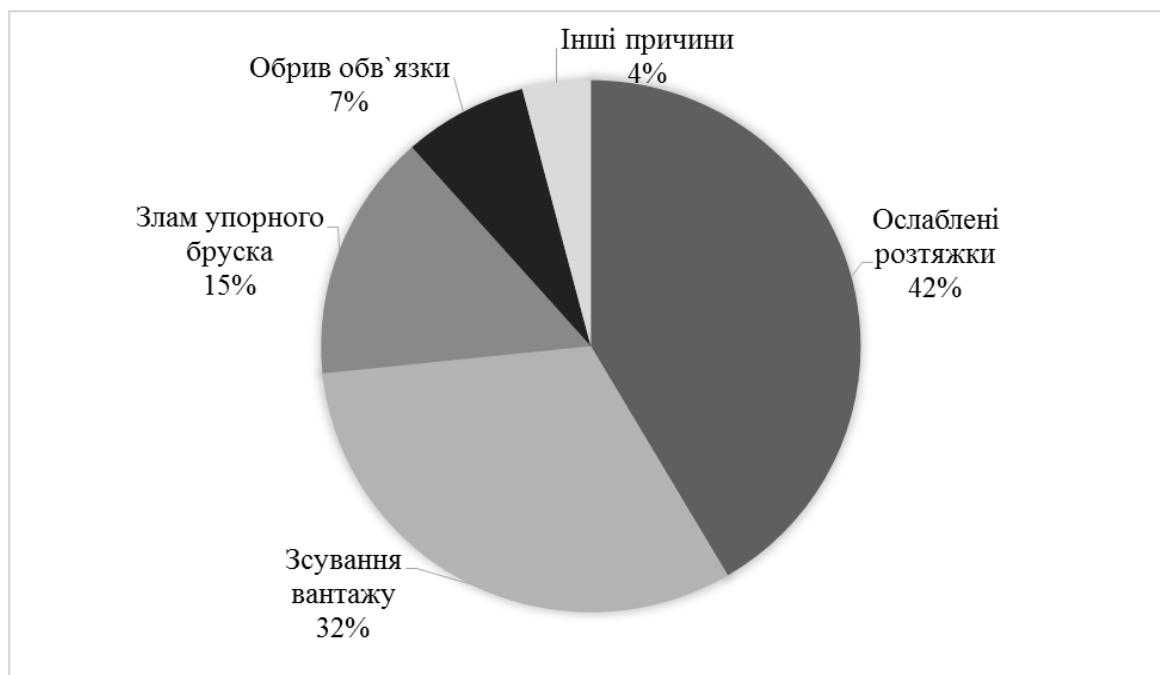


Рис. 3. Розподіл за причинами розладу навантаження вагонів, виявлених ПКО станції Дебальцеве-Сортувальна у 2012 році

Виявлені ПКО станції Дебальцеве-Сортувальна у 2012 році порушення технічних умов навантаження (перевищення допустимої різниці (10 т) завантаження візків) – 42 випадки (із 96 зафіксованих ПКО Донецької залізниці, або 43,8 %) допущені на 16 станціях (найбільша кількість на станціях Краснодон – 7, Комунарськ – 5, Ровеньки – 5). Виявлені вагони з завантаженням понад вантажопідйомність – 32 випадки допущені на 18 станціях (найчастіше на станціях Красна Могила – 5, Кондрашевська Нова – 5, ім. О.М.Крючкова – 4).

За 2012 рік зафіксовані збитки від незбережених перевезень по станції Дебальцеве-Сортувальна склали 53,4 тис. грн (знизились у порівнянні з 2011 роком (56,0 тис. грн) на 4,6 %). Основна причина незбережених перевезень на станції – неякісний огляд вагона, тобто порушення п. 1.2 дод. 2 «Порядок оформлення, розслідування та обліку незбережених перевезень вантажів». На станції Дебальцеве-Сортувальна за 2012 рік складено 529 комерційних актів (на 36,7 % більше, ніж у 2011 році), при цьому

отримано комерційних актів 2 833 (на 3,9 % більше, ніж у 2011 році). Із складених у 2012 році комерційних актів 409 направлено для розслідування. Виявлені обсяги втрат: гірничо-шахтне обладнання (17 пружин) – 1 ваг; карбамід (3,5 т) – 2 ваг; металобрухт (4,75 т) – 3 ваг; концентрат вугільний (2,5 т) – 1 ваг; горішок коксовий (1,85 т) – 1 ваг; вугілля (2 301,1 т) – 401 ваг. Виявлена недостача вугілля у вагонах коливається від 350 до 24 100 кг при середньому значенні 5 740 кг на вагон. Вартість виявленої недостачі вугілля приблизно 2,3 млн грн.

Вищенаведені дані вказують на досить вагому роботу, яка проводиться ПКО Донецької залізниці (на прикладі ПКО станції Дебальцеве-Сортувальна) щодо забезпечення схоронності вантажів та забезпечення безпеки руху, однак загальний стан справ у цій галузі потребує суттєвого покращення. Залізниці України намагаються вирішувати ці питання з упровадженням як інноваційних технологій, так і поширення досвіду, який ураховує місцеві умови. Так, наприклад, на Придніпровській залізниці з метою захисту

вантажів, забезпечення їх цілісності під час перевезень вживається низка дієвих заходів. На станціях П'ятихатки-Стикова, Чаплине, Нижньодніпровськ-Вузол, Павлоград-1, Інгулець, Апостолове, Джанкой запроваджено автоматизовані системи контролю за вантажем та цілісністю залізничних вагонів у русі. Для захисту листового прокату виробництва ВАТ «Запоріжсталь» ця продукція підприємства перевозиться у пачках, запакованих у металевий кожух, масою однієї одиниці понад 120 кг. Ділянки Запоріжжя-Ліве – Нікополь – Апостолове – Кривий Ріг-Сортувальний – Тимкове, Запоріжжя-Ліве – Нижньодніпровськ-Вузол – П'ятихатки-Стикова, Запоріжжя-Ліве – Джанкой, по яких найчастіше перевозять дані вантажі, посилено патрулюються спільними силами транспортної міліції та оперативних груп воєнізованої охорони Придніпровської залізниці. Ділянки П'ятихатки-Стикова – П'ятихатки та парки станцій П'ятихатки-Стикова, П'ятихатки, Запоріжжя-Ліве охороняють приватні охоронні підприємства [1].

На залізниці встановлено постійний посилений контроль за просуванням та охороною вантажних поїздів з металопродукцією, бруктом та вугіллям, які найбільше цікавлять розкрадачів; ретельно аналізують усі непередбачені графіками руху вантажних поїздів зупинки, особливо на криміногенних ділянках, регулярно здійснюють спільні з правоохоронцями перевірки пунктів прийому брукту, які є

суміжними із залізничними об'єктами.

За даними головного управління воєнізованої охорони Укрзалізниці, упродовж 2012 року на залізницях України розкрито та попереджено понад 1,3 тис. випадків неправомірних дій на суму понад 2 млн грн, найбільше розкрито і попереджено крадіжок на Придніпровській залізниці – 523, Донецькій – 327, Львівській – 182 та Південно-Західній – 157 випадків [1].

Висновки. Для зниження кількості комерційних несправностей пропонується комплексний підхід: проводити активну роботу з відправниками масових вантажів щодо встановлення дволатформних тензометричних ваг, що дозволяють визначати різницю завантаження візків та можливе перевантаження вагонів; забезпечити встановлення динамічних ваг по прийому з усіх напрямків на станціях, де розміщені ПКО, в першу чергу на станціях Донецької залізниці; продовжувати оснащення станцій масового навантаження та ПКО інноваційними технічними засобами контролю, АРМ ПКО; встановити постійний посилений контроль за просуванням та охороною вантажних поїздів з вантажами, які найбільше цікавлять розкрадачів, та проводити інші дієві заходи разом з воєнізованою охороною та правоохоронцями. Це покращить усі показники діяльності у цій сфері, дозволить своєчасно виявляти комерційні несправності, зокрема з ознаками крадіжок, підвищить безпеку руху поїздів та особисту безпеку працівників ПКО.

Список літератури

1. ПКО у забезпеченні безпеки руху [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uz.gov.ua>.
2. Кузнецов, М.М. Забезпечення безпеки руху і схоронності вантажів на залізницях [Текст] / М.М. Кузнецов // Залізничний транспорт України. – 2005. – №3/1. – С. 19.
3. Ломотько, Д.В. Підвищення рівня схоронності вантажів, що перевозять по залізницях України [Текст] / Д.В. Ломотько, М.М. Кузнецов, О.М. Пилипейко // Наука в транспортном измерении. – К.: ДНДЦ УЗ, 2006. – С. 67.
4. Зубенко, В.В. Шляхи покращення роботи пункту комерційного огляду на станції Стрий Львівської залізниці [Текст] / В.В. Зубенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 94. – С. 149-152.

5. Запара, В.М. Аналіз роботи пунктів комерційного огляду на станції Красний Лиман Донецької залізниці [Текст] / В.М. Запара, Я.В. Запара, К.С. Акулініна // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 128. – С. 17-21.

Ключові слова: пункт комерційного огляду, комерційний огляд, нерівномірність завантаження, недостача, комерційні несправності, збитки.

Анотації

Проаналізовано роботу пунктів комерційного огляду за 2011-2012 роки, в т. ч. на станції Дебальцево-Сортувальна. Виявлені тенденції її зміни. Запропоновані шляхи удосконалення роботи з урахуванням місцевих умов.

Проанализирована работа пунктов коммерческого осмотра за 2011-2012 годы, в т. ч. на станции Дебальцево-Сортировочная. Определены тенденции ее изменения. Предложены пути совершенствования работы с учетом местных условий.

The work results of commercial review points at the Debaltsevo-Sorting station have been analyzed for 2011-2012 years. Trends of the work efficiency have been established. Ways to improving work process by local conditions have been suggested.

УДК 656.211

*Кандидати техн. наук І.В. Берестов,
Г.В. Шаповал,
магістр Ю.В. Валуйська*

*candidates of techn. sciences I.V. Berestov,
A.V. Shapoval,
master Yu.V. Valujkska*

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ СОСТАВІВ У ПАСАЖИРСЬКОМУ КОМПЛЕКСІ

THE SELECTION OF A RATIONAL MAINTENANCE TECHNOLOGY OF THE TRAIN ASSEMBLY IN A PASSENGER COMPLEX

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

Вступ. Сучасні умови роботи залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень вимагають підвищення ефективності та якості обслуговування пасажирів в умовах жорсткої конкуренції на ринку пасажирських перевезень [1].

Постановка проблеми. Основним напрямком підвищення конкурентоспроможності на ринку пасажирських перевезень є пошук ефективних технологій управління ресурсами пасажирського комплексу, які дозволять знизити збитковість пасажирських перевезень за

рахунок приведення можливостей залізниць у відповідність до попиту на перевезення в різних сполученнях.

Протягом останніх років відбувається поступове зростання обсягів пасажирських перевезень на фоні суттєвого зносу пасажирського рухомого складу та дуже повільних темпів його оновлення. Така ситуація вимагає оптимізації технології обслуговування составів поїздів у пасажирському комплексі для більш раціонального використання робочого парку пасажирських вагонів в умовах дефіциту рухомого складу [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Однією з найбільш слабких ланок у пасажирському комплексі є технологія обслуговування поїздів на пасажирських технічних станціях, яка потребує удосконалення.

Виникнення й розвиток пасажирських комплексів та безпосередньо пасажирських технічних станцій обумовлено процесом спеціалізації станцій у вузлах та виділенням пристроїв для виконання технологічних операцій з підготовки у рейс составів пасажирських поїздів у самостійний комплекс. У зв'язку з цим із ранжирних парків, розташованих на коліях пасажирських станцій, було сформовано комплекс окремих парків та пристроїв, спеціалізованих для очищення, переформування, ремонту, екіпірування та відстою готових составів, що перетворився на окрему пасажирську технічну станцію [3].

Теперішній стан пасажирських технічних станцій має ряд суттєвих недоліків, які не завжди дозволяють здійснювати якісну підготовку до рейсу составів пасажирських поїздів. До них належать: недостатній колійний розвиток, необхідність передачі составів на відстій на проміжні та вантажні станції вузла, недосконалість системи очищення вагонів від шлаків та сміття, недостатня кількість вагономийних машин та можливість використання частини з них тільки в теплий період року, відсутність на багатьох

станціях ремонтно-екіпірувальних депо, конструктивні недоліки схем (відсутність потоковості переміщень у процесі обробки, наявність пересічень поїзних та маневрових маршрутів і т. ін.), як наслідок поступового збільшення потужностей окремих елементів в умовах відсутності резервів території для раціонального розташування додаткових колій та пристроїв [4].

Аналіз теоретичних досліджень та вимог нормативних документів показав, що в теперішній час розроблено типові схеми цих станцій, які можуть бути рекомендовані для застосування в конкретних умовах. Не потребують додаткового дослідження питання аналітичного розрахунку потрібного колійного розвитку й технічного оснащення пасажирських технічних станцій, вибору їх числа та місця розташування у великих залізничних вузлах [5, 6].

У сьогоденних умовах технічне оснащення пасажирських технічних станцій не повною мірою відповідає сучасним вимогам до обсягів роботи. Станції виконують цикл операцій, передбачений типовим технологічним процесом роботи, не в повному обсязі. Окремі состави відправляються у рейс у незадовільному стані, що негативно впливає на якість перевезень. Тому необхідно приділяти увагу питанням визначення оптимальних обсягів роботи, завантаженості пристроїв та відповідного технічного оснащення цих станцій [7].

Для цього запропонована система критеріїв оцінки техніко-технологічних параметрів пасажирських технічних станцій [8], яка містить як кількісні, так і якісні показники: екологічна безпека, маневреність та ін. Розроблена імітаційна модель роботи пасажирської технічної станції на базі використання пакета прикладних програм MATLAB, яка враховує топологію схеми, структуру потоку та дозволяє виконувати моделювання роботи.

Упровадження швидкісного руху викликало потребу удосконалення процесу поїздоутворення пасажирських составів на пасажирських технічних станціях. Для вирішення цього завдання було запропоновано адаптивну модель поїздоутворення, яка використовує математичний апарат нечіткої логіки й дозволяє врахувати неповноту та нечіткість вхідної інформації [9].

Для удосконалення технології оперативного регулювання поїздоутворення на пасажирських технічних станціях було запропоновано методику прогнозування [10], яка дозволяє отримати із задовільною точністю прогнози пасажиропотоків з урахуванням глибини горизонту прогнозування та строків прийняття відповідних рішень.

Постановка завдання. Для удосконалення технології роботи пасажирського комплексу необхідно здійснювати вибір оптимальних технічних та технологічних параметрів у взаємодії роботи пасажирської і пасажирської технічної станцій. Одним із основних технологічних параметрів, який потребує удосконалення, є технологія обслуговування составів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для вибору раціональної технології обслуговування составів у пасажирському комплексі може бути використаний метод сітьового програмування. Він дозволяє визначити оптимальну за часом витрату праці, вартість та тривалість обслуговування пасажирського состава, виявити операції, що виконуються на критичному шляху, визначити допустимі витрати часу на інші операції, розглянути можливість суміщення окремих операцій та професій [11].

Процес обслуговування состава у пасажирському комплексі може бути подано у вигляді орієнтованого графу $Q = (P, R)$ (рис. 1). Множина вершин $p_i \in P$ – це події, які відбуваються з пасажирськими вагонами при виконанні технологічних операцій, множина дуг графу $r_{i,j} \in R$ – це роботи, що з'єднують початкову подію P_i та кінцеву подію P_j . Кожна робота має свою тривалість t_{ij} .

Для визначення обмежуючих технічних і технологічних операцій із пасажирським составом необхідно для розробленого графа Q визначити критичний шлях, який має найбільшу тривалість та буде визначати мінімальні часові витрати на виконання всіх робіт. Несвоєчасне виконання робіт, які належать критичному шляху, буде призводити до зриву своєчасного терміну виконання всього циклу обробки состава.

Для того, щоб будь-яка подія P_j здійснилася, необхідно, щоб були закінчені всі роботи $(P_{i_1}; P_j), (P_{i_2}; P_j), \dots, (P_{i_r}; P_j)$, які входять до цієї події. Множину робіт, які входять до цієї події, позначимо U_j^+ . Якщо для подій $P_{i_1}, P_{i_2}, \dots, P_{i_r}$, якими починаються роботи, що входять до j -ї події (роботи множини U_j^+), ранні терміни здійснення відомі – $t_p(i_1), t_p(i_2), \dots, t_p(i_r)$, то будь-який термін здійснення j -ї події, який позначений як $t_{\epsilon_3}(j)$, не може початись раніше, ніж відбудуться всі моменти $t_p(i_1), t_p(i_2), \dots, t_p(i_r)$ та будуть виконані всі роботи, які входять до j -ї події, тобто

$$t_{\epsilon_3}(j) \geq \max_{i,j \in U_j^+} \{t_p(i_1) + t_{i,j}\}. \quad (1)$$

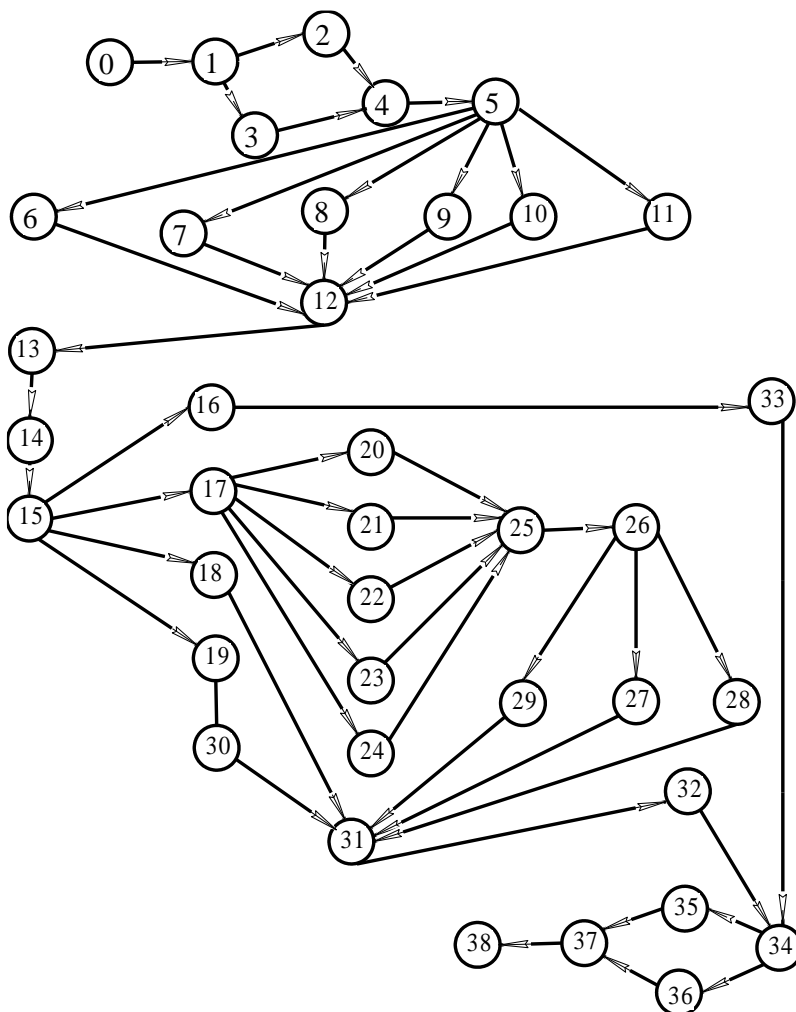


Рис. 1. Граф обслуговування пасажирського составу

Таким чином, найбільш ранній із можливих термін $t_p(j)$, тобто мінімально необхідний час між здійсненням вихідної події та j -ї події, визначається за роботами максимального шляху, який передуює j -й події, тому що раніше ця подія здійснитися не може

$$t_p(j) = \max_{i, j \in U_j^+} \{t_p(i_1) + t_{i,j}\}, \quad (2)$$

де i – номери всіх попередніх подій за числом вхідних до j -ї події робіт.

З другого боку, роботи, які виходять із j -ї події $(P_j; P_{k_1}), (P_j; P_{k_2}), \dots, (P_j; P_{k_q})$,

утворюють множину робіт U_j^- . Припустимо, що для всіх подій $P_{k_1}, P_{k_2}, \dots, P_{k_q}$, якими закінчилися роботи множини U_j^- , найбільш пізні терміни їх здійснення уже відомі, тобто відомі значення $t_n(k_1), t_n(k_2), \dots, t_n(k_q)$. Тоді допустимим терміном здійснення j -ї події, який позначимо $t_{dn}(j)$, може бути тільки такий термін, який, будучи складеним із тривалістю будь-якої роботи множини U_j^- (вихідної із j -ї події), дасть момент часу, що не перевищує жодного із термінів $t_n(k_1), t_n(k_2), \dots, t_n(k_q)$. Тобто

$$t_{\text{on}}(j) \leq \min_{i, j \in U_j^-} \{t_n(k) - t_{j,k}\}. \quad (3)$$

Таким чином, найбільш пізній із допустимих термінів здійснення j -ї події, тобто максимально допустимий час між вихідною та j -ю подією при незмінному критичному шляху, буде термін, який визначається рівністю

$$t_n(j) = \min_{i, j \in U_j^-} \{t_n(k) - t_{j,k}\}, \quad (4)$$

де k – номери всіх наступних подій за числом вихідних із j -ї події робіт.

Для подій, які належать критичному шляху ($\mu_{\text{кр}}$), ранні та пізні терміни здійснення подій збігаються. Тобто $t_p(j) = t_n(j)$ тоді і лише тоді, коли $P_j \in \mu_{\text{кр}}$. Це той шлях виконання робіт, який з'єднує початкову та кінцеву події графа та має максимальну тривалість.

У таблиці наведено перелік подій, які відповідають графу Q .

Для розробленого графа Q з урахуванням характеристик робіт та подій, що входять до його складу, було визначено ранні й пізні терміни здійснення подій та встановлено критичний шлях обслуговування составів у пасажирському комплексі. Критичний шлях наведено на рис. 2.

Таблиця

Події та їх зміст по обслуговуванню пасажирського составу

Подія	Зміст події	Попередня подія	Код роботи	t_{ij} , хв
1	2	3	4	5
1	Огляд состава поїзда під час руху	0	0-1	2
2	Відчеплення поїзного локомотива	1	1-2	5
3	Висадка пасажирів	1	1-3	15
4	Причеплення маневрового локомотива	2 3	2-4 3-4	3 3
5	Подавання состава в парк приймання технічної станції	4	4-5	7
6	Огляд ходових частин, рами, кузова, гальмового обладнання, ударно-тягових пристроїв та перехідних площадок	5	5-6	35
7	Огляд внутрішнього обладнання, електрообладнання, вентиляції та радіобладнання	5	5-7	30
8	Огляд установок кондиціонування повітря та холодильних установок вагонів-ресторанів	5	5-8	25
9	Огляд системи опалювання та водопостачання	5	5-9	15
10	Огляд привода підвагонного генератора	5	5-10	20
11	Сухе прибирання та здавання вагонів робітникам екіпірувальної бригади	5	5-11	40
12	Подавання пасажирського состава на вагономийний комплекс	6	6-12	3
		7	7-12	3
		8	8-12	3
		9	9-12	3
		10	10-12	3
		11	11-12	3

Продовження таблиці

1	2	3	4	5
13	Зовнішнє обмивання пасажирського состава на вагономийному комплексі	12	12-13	45
14	Санітарний огляд та безвідчепна санітарна обробка вагонів	13	13-14	30
15	Переформування пасажирського состава	14	14-15	25
16	Відчеплення поштово-багажних вагонів та подавання їх на колії обробки	15	15-16	10
17	Подавання состава для поточного ремонту в ремонтно-екіпірувальне депо	15	15-17	5
18	Прибирання вагонів до відчіпного та деповського ремонту, на загальну технічну ревізію та санітарну обробку	15	15-18	5
19	Відчеплення вагонів-ресторанів та подавання на колії їх обробки	15	15-19	10
20	Технічний огляд та ремонт ходових частин, рами, кузова, гальмового обладнання, ударно-тягових приладів та перехідних площадок вагонів	17	17-20	90
21	Технічний огляд та ремонт внутрішнього обладнання, систем опалення та водопостачання	17	17-21	80
22	Технічний огляд та ремонт привода підвагонного генератора, автогальм	17	17-22	70
23	Технічний огляд та ремонт електроприладів і акумуляторів	17	17-23	70
24	Технічний огляд і ремонт холодильних пристроїв, радіоприладів	17	17-24	60
25	Прибирання пасажирського состава з колій ремонту	20	20-25	5
		21	21-25	5
		22	22-25	5
		23	23-25	5
		24	24-25	5
26	Подача пасажирського состава на колії екіпірування	25	25-26	5
27	Екіпірування пасажирського вагона паливом та водою	26	26-27	30
28	Внутрішнє прибирання приміщення вагонів	26	26-28	90
29	Екіпірування інвентарем, продуктами харчування, постільною білизною	26	26-29	60
31	Приймання пасажирських вагонів провідниками	27	27-31	5
		28	28-31	5
		29	29-31	5
33	Обробка та екіпірування поштових та багажних вагонів	16	16-33	90
30	Обробка та екіпірування вагонів-ресторанів	19	19-30	90

Продовження таблиці

1	2	3	4	5
31	Подання до состава резервних вагонів	18	18-31	10
31	Подання до состава вагонів-ресторанів	30	30-31	10
32	Закінчення формування схеми пасажирського состава	31	31-32	60
34	Приймання состава комісією та подання його до перонних колій	32	32-34	10
34	Причеплення поштових та багажних вагонів	33	33-34	10
35	Посадка пасажирів	34	34-35	30
36	Причеплення поїзного локомотива	34	34-36	10
37	Опробування автогальм	35	35-37	0
37		36	36-37	15
38	Приведення поїзда в рух та звільнення горловини станції	37	37-38	2

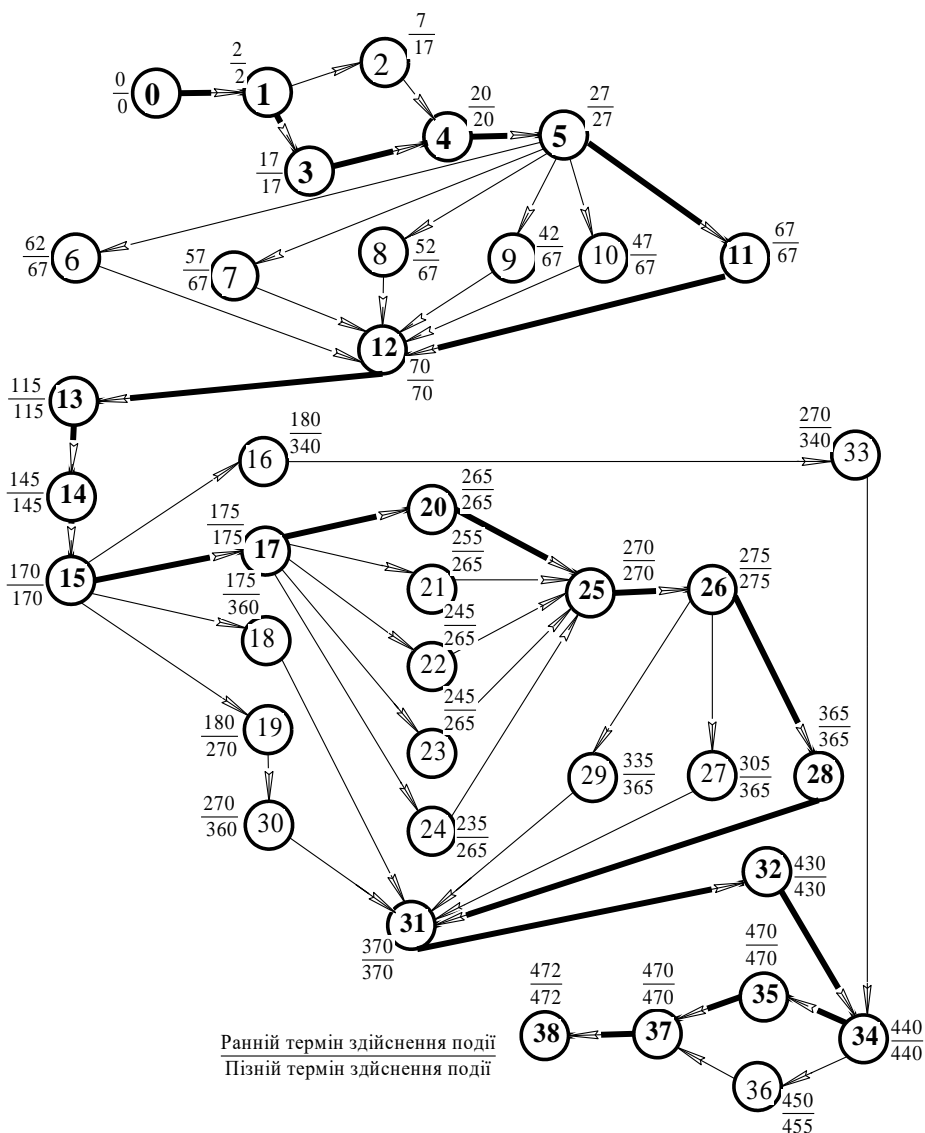


Рис. 2. Критичний шлях для графа обслуговування пасажирського состава

Критичний шлях являє собою послідовність тих робіт, які повинні бути виконані точно у відведений на них час. Будь-яка затримка у виконанні робіт, що належать критичному шляху, призведе до зриву всього комплексу. Критичний шлях дає можливість визначити «вузькі» місця в процесі всього комплексу робіт з обслуговування состава та потребує особливої уваги. Роботи, що належать критичному шляху, потребують для їх виконання кваліфікованих працівників з більш високою оплатою праці. Для скорочення часу на обробку составів доцільно поєднувати окремі професії.

Це дозволить звільнити рухомий склад; скоротити невиробничий простій

составів та бригад провідників; вивільнити бригади провідників; ефективніше використовувати технічне оснащення; зменшити витрати на підготовку составів до рейсу; зменшити витрати матеріалів на утримання вагонів; оптимізувати чисельність робітників станції.

Висновки. Для оптимізації технології обслуговування составів у пасажирському комплексі визначено роботи, які розташовані на критичному шляху. Їх якісне та своєчасне виконання дозволить більш раціонально організувати процес обслуговування составів пасажирських поїздів.

Список літератури

1. Про затвердження Державної програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [Електронний ресурс]: постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390. – Режим доступу: <http://dokument.ua>. – Назва з екрана.
2. Шиш, В.О. Особливості розробки Генеральної схеми розвитку залізничного транспорту України до 2020 року [Текст] / В.О. Шиш // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 6(79). – С. 38-40.
3. Логинов, С.И. Развитие пассажирских и технических станций [Текст] : учеб. пособие / С.И. Логинов. – Л.: ЛИИЖТ, 1986. – 55 с.
4. Сугоровский, А.В. Обоснование этапности развития пассажирских технических станций [Текст]: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.22.08 / А.В. Сугоровский. – С.Пб., 2010. – 22 с.
5. Бекжанова, С.Е. Выбор рациональных конструкций и организация параметров горловин пассажирских станций [Текст]: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.22.08 / С.Е. Бекжанова. – М.: МИИТ, 1990. – 19 с.
6. Вакуленко, С.П. Выбор рациональных схем и емкости путевого развития пассажирских технических станций [Текст]: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.22.08 / С.П. Вакуленко. – М.: МИИТ, 1989. – 26 с.
7. Кирсанов, А.С. Потребный уровень технического оснащения и путевого развития пассажирских технических станций [Текст] / А.С. Кирсанов, Л.А. Блинова // Вестник ВНИИЖТ. – 1989. – №4. – С. 7-9.
8. Каширцева, Т.И. Выбор рационального соотношения объемов работы и технического оснащения ПТС [Текст]: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.22.08 / Т.И. Каширцева. – М. : МИИТ, 2002. – 16 с.
9. Бутько, Т.В. Розроблення адаптивної моделі поїздоутворення пасажирських составів на основі теорії нечітких множин [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко // Зб.наук.праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Вип. 68. – С. 25-33.

10. Бутько, Т.В. Удосконалення технології оперативного регулювання составоутворення на пасажирських технічних станціях [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко // Залізничний транспорт України. – 2006. – № 4. – С. 43-45.

11. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций [Текст] : учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2009. – 400 с.

Ключові слова: технологія роботи, пасажирський комплекс, подія, робота, критичний шлях, ранній термін здійснення події, пізній термін здійснення події.

Анотації

Проаналізовано вплив технічного оснащення й технології роботи пасажирського комплексу на ефективність обслуговування составів. Для вибору раціональної технології обслуговування составів запропоновано використовувати метод сітьового програмування. На основі побудованого орієнтованого графа розраховано основні параметри сітьової моделі. За проведеними розрахунками визначено послідовність робіт, що розташовані на критичному шляху.

Проанализировано влияние технического оснащения и технологии работы пассажирского комплекса на эффективность обслуживания составов. Для выбора рациональной технологии обслуживания составов предложено использовать метод сетевого программирования. На основе построенного ориентированного графа рассчитаны основные параметры сетевой модели. По проведенным расчетам определена последовательность работ, лежащих на критическом пути.

In the work of the impact of technical equipment and technology of the operation of passenger complex of the efficiency of service compositions. For the selection of rational technology of servicing formulations proposed to use the method of network programming. On the basis of the built a directed graph are calculated major parameters of the network model. According to the estimates carried out is defined sequence of activities, which lie on the critical path.

УДК 656.212:656.225

*Канд. техн. наук В.В. Кулешов,
О.С. Олєфір, Д.В. Селюк, І.В. Турченко*

*Cand. of techn. sciences V.V. Kuleshov,
O.S. Olefir, D.V. Selyuk, I.V. Turchenko*

**УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ АДМІНІСТРАЦІЙ ТА ОПЕРАТОРІВ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА УМОВАМИ ЛОГІСТИКИ**

**IMPROVEMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY
INTERACTION RAILWAY ADMINISTRATIONS AND OPERATORS
TRANSPORTATION LOGISTICS OF TERMS**

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

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Існуюча структура управління залізничним транспортом України, стан виробничо-технічної бази залізниць і технологічний рівень організації перевезень за багатьма параметрами не відповідають зростаючим потребам суспільства та європейським стандартам якості надання транспортних послуг, перешкоджають підвищенню ефективності функціонування галузі та потребують реформування. Створення державного акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування як національного перевізника вантажів та пасажирів на ринку транспортних послуг, у володінні якого перебуватимуть об'єкти інфраструктури залізничного транспорту загального користування, здатне підвищити конкурентоспроможність залізничного транспорту України.

Існуюча структура управління Укрзалізниці, стан виробничо-технічної бази залізниць і технологічний рівень організації перевезень за багатьма параметрами не відповідають зростаючим

потребам суспільства та європейським стандартам якості надання транспортних послуг, перешкоджають підвищенню ефективності функціонування галузі. У процесі реформування створені деякі інституції, які є організаційною формою обслуговування потреб вантажовласників та використання власного парку вагонів у перевезеннях на засадах приватно-державного партнерства. Наприклад, у структурі Укрзалізниці створений новий логістичний підрозділ, єдиний для мережі залізниць України – ДП «Український транспортно-логістичний центр» (УТЛЦ). Нова структура створена як елемент технічного реформування залізничного транспорту в частині зміни технології та системи взаємодії залізниць із користувачами залізничних послуг. УТЛЦ за 2012 р. перевезено понад 130 млн т вантажів, що становить 31 % від загальних обсягів вантажних перевезень, на 40 % зменшені показники обігу вагона за межами країни, запроваджено сучасні інформаційні системи, які дозволяють вантажовласнику дистанційно здійснювати операції щодо організації перевізного процесу.

Викликає зацікавленість створення об'єднаної транспортно-логістичної компанії (ТЛК), як основи для формування стійкої мультимодальної транспортної системи Білорусії, Казахстану, Росії з метою інтеграції транспортних систем Митного союзу та Єдиного економічного простору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У нормативних документах [1-3] при організації перевезень докладно не враховані розвинені інформаційні технології, за допомогою яких можливо забезпечити удосконалення залізничних послуг, особливо у міжнародних перевезеннях залізницями України. Тому у попередніх дослідженнях [4-8] були розглянуті сучасні підходи до організаційно-технологічної моделі керування парком вантажних вагонів різної форми власності, оцінки інвестицій у залізничну інфраструктуру, аналізу рівня інформатизації в різних системах обслуговування вантажовласників та удосконалення інформаційної технології, але потрібно створити нову інформаційну технологію для управління залізничним транспортом, розвитку конкурентного середовища на ринку залізничних послуг, підвищення ефективності його функціонування.

Мета дослідження: удосконалення інформаційної технології взаємодії залізничних адміністрацій та операторів перевезень за умовами логістики.

Основна частина. Виходячи з досвіду ВАТ «РЖД», що парк вантажного рухомого складу став повністю приватним, а вагон – слабо керованим засобом, зростає роль дирекцій керування рухом. Одним з важливих елементів керування парками є перехід на електронне безперервне приймання заявок місячного планування перевезень не тільки вагонів з вантажем, а й порожніх вагонів. Порожній вагон може бути прийнятий до перевезення та відправлений при наявності договору

між оператором-власником рухомого складу та власником колій незагального користування. Електронною накладною компанії-розробника ЗАТ «Інтеллекс» супроводжується більше 97 % відправлень порожніх приватних вагонів при міжнародних перевезеннях між ВАТ «РЖД» і Фінськими залізницями.

Технологія безпаперового документообігу може бути поширена на перевезення в напрямку Казахстану, Киргизії та країн Балтії. Для скорочення строків і витрат на організацію дослідного полігона запропоновано використання комплексної технології передачі електронних перевізних документів, що передбачає як обмін підписаними ЕЦП текстовими документами, так і паралельний обмін даними без застосування ЕЦП між АСУ «ЕТРАН» та її білоруським аналогом – АСУ «Електронне перевезення». Аналіз обробки перевізних документів через автоматизовані системи Укрзалізниці при відправленні вантажів у 2012 р. наведено в таблиці та на рисунку.

Використання застарілих АСУ та електронного документообігу на залізничному транспорті не забезпечують централізованого диспетчерського управління об'єктами автоматики на станціях, а також автоматизування та максимального спрощення операцій з керування рухом поїздів, зменшення навантаження на поїзних диспетчерів, забезпечення доступу до інформації про поїзний стан іншим користувачам центру управління перевезеннями (ЦУП) регіонального рівня, а також інформаційного забезпечення автоматизованих систем керування вантажними перевезеннями через локальну та глобальну мережі МСДЦ «КАСКАД» [4]. Автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера (АРМ ДНЦ) у складі МСДЦ «КАСКАД» забезпечує лише контроль та управління перевізним процесом на основі інформації, отриманої від пристроїв СЦБ.

Таблиця

Аналіз обробки перевізних документів через автоматизовані системи Укрзалізниці при відправленні вантажів в 2012 р.

Залізниця	Всього оброблено документів	Оброблено через АРМ ТВК	Відсоток до всього	Відкориговано в ТехПД	Оформлено вручну	% до всього
Південно-Західна	413814	405846	98,1	989	7968	1,9
Львівська	461367	458889	99,5	4295	2478	0,5
Одеська	695783	694388	99,8	852	1395	0,2
Південна	432308	431233	99,8	628	1075	0,2
Придніпровська	1168425	1152827	98,7	4022	15598	1,3
Донецька	1618608	1615706	99,8	5837	2902	0,2
Всього	4790305	4758889	99,3	16623	31416	0,7

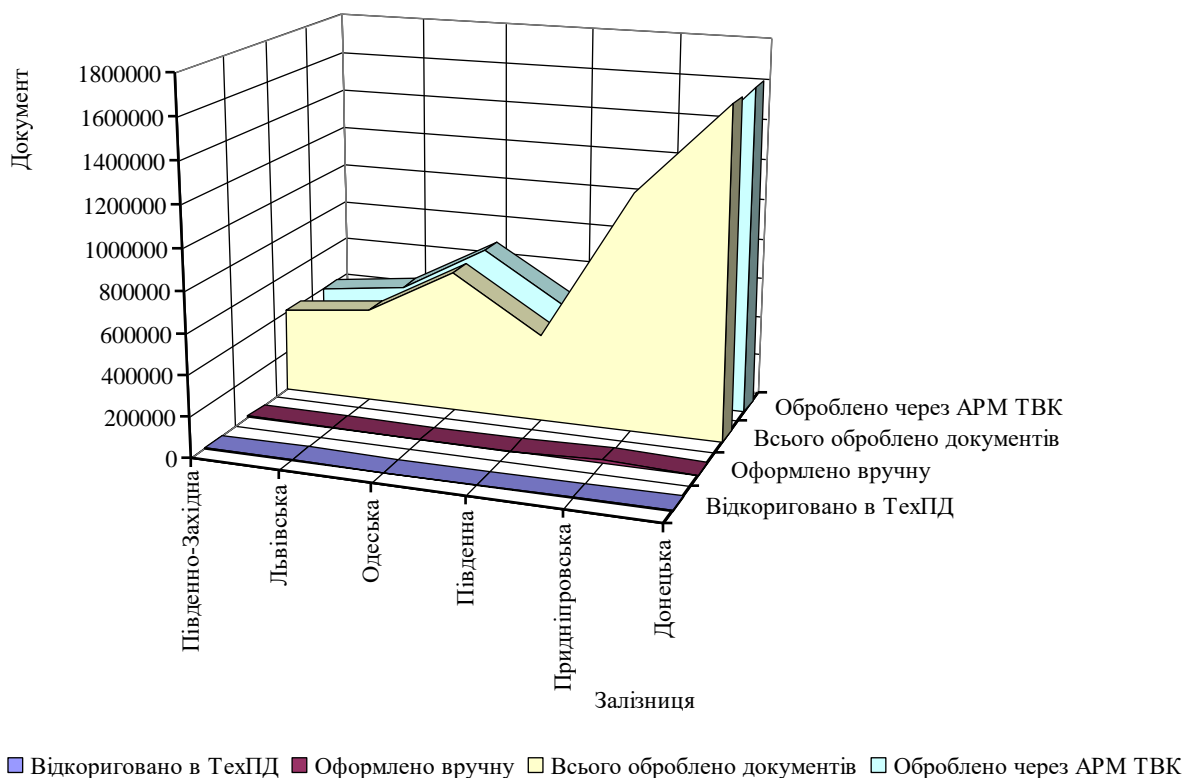


Рис. Аналіз обробки перевізних документів через автоматизовані системи Укрзалізниці при відправленні вантажів у 2012 р.

Застосовувані економіко-математичні моделі не враховують особливості планування навантаження та відправлення вагонів і вантажів, зокрема стохастичну

природу вихідної інформації. Це може приводити до зниження адекватності моделей фактичного процесу перевезення, зменшення обґрунтованості керівних

рішень, що приймаються. Завдання поточного оперативного, добового планування обсягів перевезень вантажів з урахуванням раціонального закріплення вантажовласників за операторами перевезень при недостатці парку вагонів формується нижчезазначеним способом. Нехай у кожній залізничній адміністрації є місячний план перевезень вантажу k -го виду a_k ($k = \overline{1, K}$), попит j -го вантажоотримувача на перевезення k -го виду вантажу складає b_{jk} ($j = \overline{1, m}; k = \overline{1, K}$).

Модель прогнозування місячного обсягу перевезень вантажу k -го виду, що перевозиться i -м оператором перевезень x_{ik} ($i = \overline{1, n}; k = \overline{1, K}$) таким чином, щоб сумарні експлуатаційні витрати, пов'язані з обслуговуванням вантажовласників, були мінімальними

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K C_{ijk} \frac{x_{ijk}}{Q_k} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K C_{ik} \frac{x_{ik}}{Q_k} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де x_{ijk} – обсяг вантажу k -го виду, що перевозиться залізницею i -м оператором перевезень за місяць, рік з j -го вантажовідправника;

C_{ijk} – питомі транспортні витрати при перевезенні рухомого складу, призначеного для перевезення вантажів вантажу k -го виду з i -ї станції до j -го вантажоотримувача ($k = \overline{1, K}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$);

C_{ik} – питомі експлуатаційні витрати, пов'язані з обслуговуванням рухомого складу, призначеного для перевезення вантажу k -го виду;

Q_i – максимально можливий обсяг вантажів, що перевозиться рухомим складом i -го оператора перевезень.

При обмеженнях:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n x_{ik} = a_k; k = \overline{1, K}; \\ \sum_{j=1}^m x_{ijk} = x_{ik}; i = \overline{1, n}; k = \overline{1, K}; \\ \sum_{i=1}^n x_{ijk} = b_{jk}; j = \overline{1, m}; k = \overline{1, K}; \\ \sum_{j=1}^m b_{jk} = a_k; k = \overline{1, K}; \\ x_{ijk} \geq 0; 0 < \sum_{k=1}^K x_{ik} \leq P_i, \end{array} \right.$$

Сформульована модель є багатопродуктовою моделлю транспортного типу з додатковими обмеженнями. У ситуації планування допустимого обсягу перевезень вантажів з урахуванням оптимального розподілу вантажовідправників до операторів перевезень виникає задача великої розмірності. Наприклад: станом на 01.04.2013 р. в Україні нараховується 5 операторів перевезень державної форми власності, 118 експедиторських організацій уклали договори про організацію перевезень транзитних вантажів залізницями України на 2013 фрахтовий рік, кількість договорів ДП «УТЛЦ» із вантажовідправниками – близько 800, 5,5 тис. вантажних найменувань, які за виробничою ознакою поділені на 12 груп. У залежності від особливостей вантажу транспортна класифікація поділяє всі вантажі на 3 групи і 12 підгруп. Крім того, вантажі поділені за їх ціною на три класи і позакласну групу.

Частка в перевезеннях залізницями України: кам'яного вугілля – 27 %, руди залізної – 18,1 %, чорних металів – 9,3 %, нафтовантажів – 7,2 %. Загалом вищевказані вантажі складають 85 % від всього обсягу перевезень залізничним транспортом, 80 % з них перевозять навалом, 7 % – наливом. Тому для зменшення розмірності розв'язання задач

подамо багатопродуктову модель у вигляді сукупності декількох однопродуктових, відмовившись від обмеження:

$$x_{ijk} \geq 0; 0 < \sum_{k=1}^K x_{ik} \leq P_i \quad \text{і прийнявши на}$$

заміну обмеження: $x_{ik} > 0$. Розглянемо стохастичний варіант однопродуктової задачі транспортного типу

$$\min \sum_{i=1}^n C_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m C_{ij} \cdot x_{ij}, \quad (2)$$

де Q_i – мінімально допустимий обсяг вантажу, що перевозиться i -м оператором перевезень.

При обмеженнях:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq x_j; i = \overline{1, n}; \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} \geq b_j; j = \overline{1, m}; \\ x_{ij} \geq 0; X_i > Q_i; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}, \end{cases}$$

У задачі за умови невизначеного попиту вантажовідправників b_j потрібно визначити обсяг перевезень для обслуговуючих їх операторів перевезень X_i , щоб сумарні витрати, пов'язані з обслуговуванням вантажовласників, були мінімальними.

Розглянута задача є двохетапною задачею стохастичного програмування. На першому етапі задається план при невизначеній величині попиту, на другому етапі виконується кореляція раніше прийнятого рішення по мірі того, як попит стає відомим.

Задані вказані вище обмеження виду містять відхил η_j , що визначається співвідношенням

$$\eta_j = \max \left(0, b_j(\omega) - \sum_{i=1}^n x_{ij} \right). \quad (3)$$

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. З метою якісного прогнозування необхідне об'єднання інформаційного забезпечення техніко-економічного планування за рік, за місяць, за добу на базі електронних баз даних ПІВЦ УЗ із мікропроцесорною системою диспетчерської централізації «КАСКАД», операторів перевезень, власників рухомого складу, що мають АСУП АСК «Клієнт УЗ».

Необхідне створення Єдиної системи управління парком вантажних власних вагонів, яка дозволить задовольнити заявки відправників масових вантажів та одержувати якісні прогнозні дані про утворення вантажної бази, наданої до перевезення, до 20 числа попереднього місяця, а для інших користувачів – безперервно.

При взаємодії учасників ринку залізничних перевезень ефективно формування системи саморегулювання на залізничному транспорті.

Роль системи саморегулювання на залізничному транспорті у відносинах між учасниками ринку й державою на залізничному транспорті допоможе уникнути конфлікту інтересів великих і малих учасників ринку залізничних перевезень.

Необхідне створення системи саморегулювання на залізничному транспорті з диференціацією за бізнес-нішами, яка може вирішити проблеми операторів.

Список літератури

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. №1555-р. [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: [www/URL: http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/](http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/) 10.12.2009. – Загол. з екрану.

2. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки. В редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 р. № 1106 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1106-2011-p](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1106-2011-p). – Загол. з екрану.

3. 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.

4. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «КАСКАД» [Текст]: навч. посібник / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов [та ін.]. – Харків, 2005. – 176 с.

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

6. Данько, М.І. Побудова моделі оцінки інвестицій у залізничну інфраструктуру при взаємодії залізничних адміністрацій та операторів перевезень [Текст] / М.І. Данько, Д.В. Ломотько, В.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 7-13.

7. Кулешов, А.В. Аналіз рівня інформатизації в різних системах обслуговування вантажовласників на станціях залізничних вузлів [Текст] / А.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 136-142.

8. 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.

Ключові слова: власник рухомого складу, залізниця, інформаційна технологія, модель прогнозування, оператор перевезень, перевізний документ, технологія взаємодії.

Анотації

Розглянуто питання взаємодії залізничної адміністрації із користувачами залізничних послуг при створенні Українського транспортно-логістичного центру, а також об'єднаної транспортно-логістичної компанії Білорусії, Казахстану, Росії. Проведений аналіз обробки перевізних документів через автоматизовані системи Укрзалізниці при відправленні вантажу 2012 р.

Визначена двохетапна задача стохастичного програмування і модель прогнозування місячного обсягу перевезень залізниці за умови мінімізації сумарних експлуатаційних витрат.

Рассмотрены вопросы взаимодействия железнодорожной администрации с пользователями железнодорожных услуг при создании Украинского транспортно-логистического центра, а также объединенной транспортно-логистической компании Белоруссии, Казахстана, России. Проведен анализ обработки перевозочных документов через автоматизированные системы Укрзалізниці при отправлении грузов в 2012 г.

Определена двухэтапная задача стохастического программирования и модель прогнозирования месячного объема перевозок железной дороги при условии минимизации суммарных эксплуатационных расходов.

The problems of interaction between the railway administration with users of rail services in the creation of the Ukrainian logistics center, as well as integrated transport and logistics company of Belarus, Kazakhstan and Russia. The analysis of the processing of shipping documents via automated systems Ukrzaliznytsi when sending goods in 2012

Determined by a two-step task stochasticity programming model and predict the monthly volume of rail traffic while minimizing the total operation cost.

УДК [656.13+656.2]:519.87

*Канд. техн. наук С.М. Продашук,
магістри Т.М. Рахматулова,
Ю.І. Кухарчик*

*Cand. of techn. sciences S.M. Prodashyk,
masters T.M. Rahmatuloeva,
Y.I. Kyharchik*

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО І ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ КОНТЕЙНЕРІВ

MATHEMATICAL MODEL OF INTERACTION OF ROAD AND RAIL TRANSPORT IN CASE OF PROCESSING OF CONTAINERS

Представив д-р техн. наук, професор О.М. Озар

Вступ. Незважаючи на світову кризу, останнім часом з'явилась тенденція до розвитку підприємницької діяльності та пов'язане з цим розширення господарських зв'язків, що викликає підвищений попит на організацію перевезень вантажів у міжміському та міжнародному сполученнях.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Відсутність налагодженої системи транспортно-експедиційного обслуговування, що базується на прийнятій у всесвітній практиці термінальній технології руху вантажів, ускладнює процес обміну товаром, знижує ефективність використання рухомого складу транспорту, у цілому негативно позначається на розвитку господарського комплексу.

При оформленні в товарній конторі станції документів на привезений або вивезений автомобілями вантаж не

враховується місце його знаходження на складі. У результаті на вантажних фронтах станції виникають ситуації, коли автомобільний рухомий склад простоє в очікуванні обслуговування біля однієї із секцій складу, в той час як інші секції складу вільні та механізми і обслуговуючий персонал, що працюють у них, очікують подання нових заявок (автомобілів) на обслуговування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемою взаємодії автомобільного та залізничного транспорту займалися Кочнев Ф.П., Сотников І.Б. [1], Правдін Н.В., Негрей В.Я., Подкопаєв В.А. [2], Столяр Т.В., Питченко М.В. [3], Новіков І.В., Кравченко Е.А. [4], Леонтьєв Р.Г., Соколов А.Н., Леонтьєва Н.Р. [5], Николашин В.М. [6], Васьков Ю.М. [7], у працях яких визначено переваги взаємодії

автомобільного та залізничного транспорту при прямому варіанті перевантаження вантажів, але не враховано час простою автомобілів безпосередньо перед обробкою вантажів, приділено увагу якості послуг, вартості перевезень, інтермодальному варіанту перевезення, було досліджено сам процес обслуговування та його покращення для обох видів транспорту. Можна погодитись з деякими авторами у важливості правильної класифікації й повного задоволення транспортних послуг та на їх основі будувати ефективну модель взаємодії окремих видів транспорту на основі принципів логістики та контейнерних перевезень налагодити ланцюг поставок між різними видами транспорту, тим самим покращити результативність їх взаємодії. Перший заступник начальника Одеського МТП у своїй статті звертає увагу на відсутність адекватного і своєчасного розвитку контейнерних терміналів для якісної обробки та дефіцит потужностей українських контейнерних терміналів. Але розглядає проблему виходячи тільки з взаємодії морського та залізничного транспорту.

Постановка проблеми. При обробці вантажу на терміналі виникають окремі затримки, які призводять до зростання правопорушень, забруднення навколишнього середовища, скорочення пропускної спроможності автомобільних доріг, значних втрат часу при обробці вантажів та збільшення витрат.

Взаємодія видів транспорту при організації перевалочних робіт – одна з найбільших проблем у перевізному процесі. Різниця рухомого складу в суміжних видах транспорту за ємністю, технологією обробки, інтервалами прибуття залежить від різних факторів і ускладнює організацію перевалки вантажів. Однак це великі економічні витрати: знижується продуктивність транспортних засобів, «омертвлення капіталу» (вантаж на колесах), псування вантажів, прострочення доставок, а, як наслідок, необхідність мати запаси у вантажоодержувачів.

Для формалізації завдання з удосконалення технології роботи контейнерного пункту (терміналу) станції при взаємодії з автотранспортом запропонована удосконалена модель, що дозволяє виконувати переробку контейнерів за оптимальною технологією.

У статті запропоновано оптимізацію роботи транспортних вузлів шляхом регулювання підходів автомобілів до контейнерної площадки (КП). Було оцінено очікування автомобілями початку вантажних операцій, що обумовлено їх згущеним підходом, шляхом моделювання надходження автотранспорту на контейнерну площадку станції Л. Така оцінка необхідна при вирішенні цілого ряду завдань, пов'язаних з оптимізацією роботи автомобільного та залізничного транспорту в пунктах їх стикування, зокрема при вирішенні завдання регулювання підведення автомобілів до вантажного фронту (контейнерної площадки).

У ході роботи необхідно розглянути дві технології обробки на вантажному фронті: регульований підхід автомобілів до складів (контейнерної площадки), коли документи на вантажі видаються з урахуванням рівномірного завантаження механізмів обслуговування, та нерегульований підхід автотранспорту. Порівняння проводиться за сумою автомобіле-годин (хвилин) простою в очікуванні вантажних операцій протягом усього періоду роботи автотранспорту за добу для розглянутих варіантів.

Виклад основного матеріалу. Економічна ефективність регулювання підходу автомобілів виражається різницею автомобіле-годин простою при регульованому і нерегульованому підходах.

Максимальна переробна спроможність вантажного фронту

$$P_{\text{м}} = \frac{\gamma(24 - T_{\text{неп}}) + t_n}{\frac{t_e * m_n * t_n}{m_{\phi}}} * m_n, \quad (1)$$

де γ – коефіцієнт, що характеризує знаходження механізмів у ремонті;

T_p – середнє перебування в ремонті навантажувально-розвантажувальних механізмів, доб;

$T_{пер}$ – тривалість регламентованих перерв у роботі фронту, год;

P_m – максимальна переробна спроможність, ваг;

t_e – тривалість вантажних операцій, год;

m_{ϕ} – розмір вантажного фронту, ваг.

Визначено, що максимальна переробна спроможність КП становить 132 контейнери за добу.

Для розрахунку тривалості простою автомобілів біля контейнерної площадки в очікуванні обслуговування побудовано графік їх надходження, який наведено на рис. 1. Графік побудовано на основі моделювання інтервалів підходу автомобілів до контейнерної площадки, а також даних про моделі автомобілів, що працюють на ввозі-вивозі вантажів, нормуючий час їх простою під вантажними операціями та частки поїздок, виконаних автомобілями різних марок.

Інтервали надходження автомобілів до контейнерної площадки

$$\tau = \frac{60}{k * \lambda_a} * \ln \prod_{i=1}^k \xi \quad , \quad (2)$$

де K – параметр Ерланга у розподілі інтервалів між прибуттям автомобілів до контейнерної площадки;

λ_a – середньогодинна інтенсивність надходження автомобілів до контейнерної площадки, авто.год;

ξ_i – випадкове число, рівномірно розподілене в інтервалі [0,1].

Слід урахувати, що інтенсивність надходження автомобілів до контейнерної площадки відрізняється за періодом доби. Так, наприклад, протягом перших двох-трьох годин роботи автотранспорту середньогодинна інтенсивність прибуття

автомобілів суттєво перевищує середньогодинну інтенсивність надходження автотранспорту в інші періоди доби, а параметр Ерланга в розподілі інтервалів між надходженням автомобілів у ранкові години менше. Тому середньогодинна інтенсивність надходження автомобілів визначається окремо для ранкових годин та для іншого часу роботи

$$\lambda_a = \frac{N_e * \gamma_E}{T_p} \quad , \quad (3)$$

де N_e – загальне число поїздок, виконаних автомобілями за добу;

γ_e – частка поїздок автомобілів у період доби, що розглядається;

T_p – розглянутий період доби, год.

Одночасно з моделюванням інтервалів надходження автомобілів складається розклад їх підходу до контейнерної площадки. Якщо прийняти, що перший автомобіль прибув в $t_1 = 8:00$, а змодельований інтервал, через який прибуде наступний автомобіль, $\tau_1 = 13$ хв, то час прибуття другого автомобіля буде $t_2 = t_1 + \tau_1 = 8:13$, третього – $t_3 = t_1 + \tau_1 + \tau_2$ і т.д.

Майже всі розрахунки залежать від часу підходу автомобілів до КП та їх простою перед обслуговуванням, тобто носять імовірнісний характер. Тому необхідно дослідити їх закономірності та визначити закони розподілу. Одним з найвідоміших законів розподілу є розподіл Ерланга. Характеристиками інтервалів у потоках є математичне очікування, тобто середнє значення, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, який характеризує ступінь нерівномірності потоку.

Згідно з [8] проведено визначення виду функції розподілу випадкових величин. Вихідними даними для встановлення законів розподілу часу виконання технологічних операцій та їх очікування є статистичний матеріал,

зібраний на станції Л за період 2009-2012 рр.

$$n \geq \frac{0,25 * 2t}{\varepsilon}, \quad (4)$$

де t – число середньоквадратичних відхилень, яке визначає інтервал нормального розподілу з ймовірністю $P(t)$;

ε – допустима помилка, що встановлюється в залежності від природи явища, яке досліджується.

При $\varepsilon=0,05$; $P(t)=0,95$; $t=1,96$ обсяг вибірки повинен бути не менше 384 значень. Таким чином, обсяг вибірки випадкових величин, що розглядається, репрезентативний.

На основі статистичних даних побудовано графік залежності надходження автомобілів від часу доби.

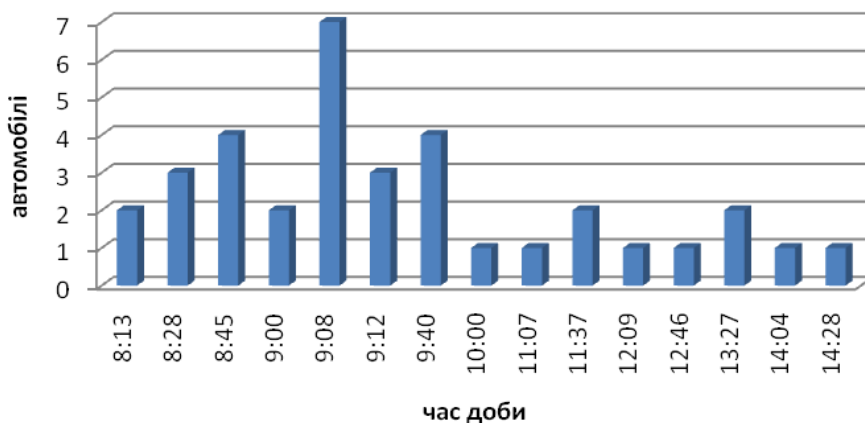


Рис. 1. Графік надходження автомобілів

При регульованому підході автомобілів кожний наступний автомобіль прямує до тієї секції контейнерної площадки, яка вільна від обслуговування, чи до тієї, де обслуговування закінчиться найближчим часом.

Після побудови графіка обробки автомобілів на контейнерній площадці розраховано автомобілегодини простою в очікуванні обслуговування та економічну ефективність при регульованому підході автомобілів.

Визначено, що на досліджуваному об'єкті, конкретно контейнерній площадці станції Л, працюють автомобілі ЗИЛ-130 та ГАЗ-53А, час роботи автотранспорту 8:00 – 15:00. Число поїздок за добу складає 35,

при чому 60 % поїздок виконується автомобілями ЗИЛ-130. Тривалість обслуговування автомобілів складає біля контейнерної площадки: ЗИЛ-130 – 20 хв, ГАЗ-53А – 14 хв. З 8:00 до 10:00 виконується 40 % всіх поїздок автомобілів. Параметр Ерланга в розподілі інтервалів між прибуттям автомобілів у ці години $K=2$, а в інші години роботи (с 10:00 до 15:00) – $K=3$.

Для обчислення необхідних даних для побудовання графіка надходження автомобілів біля контейнерної площадки необхідно розрахувати математичне очікування надходження автомобілів до контейнерної площадки:

$$M(X) = \sum_{i=1}^l x_i * p_i = x_1 * p_1 + x_2 * p_2 + \dots + x_n * p_n, \quad (5)$$

де x – інтервали підходу автомобілів до контейнерної площадки;

p – час підходу автомобілів до контейнерної площадки;

i – кількість автомобілів;

l – максимальна кількість автомобілів.

Визначено, що математичне очікування дорівнює 1,38.

Інтенсивність вхідного потоку автомобілів:

- для періоду 8:00 – 10:00

$$\lambda_a = \frac{35 * 0,4}{2} = 7_{авто.год};$$

- для періоду 10:00 – 15:00

$$\lambda_a = \frac{35 * 0,6}{5} = 4,2_{авто.год}$$

Моделювання інтервалів надходження автомобілів виконується також для двох періодів роботи автотранспорту:

- для періоду 8:00 – 10:00

$$\tau = -4,2854 \ln(\zeta * \zeta);$$

- для періоду 10:00 – 15:00

$$\tau = -4,7619 * \ln(\zeta * \zeta * \zeta).$$

При розрахунку інтервалів надходження автомобілів ураховуються випадкові числа, обчислені за формулою (5).

Після розрахунків побудовано діаграми простоїв автомобілів на контейнерній площадці та підраховано автомобілегодини простою, які відображено на рис. 2 та 3.

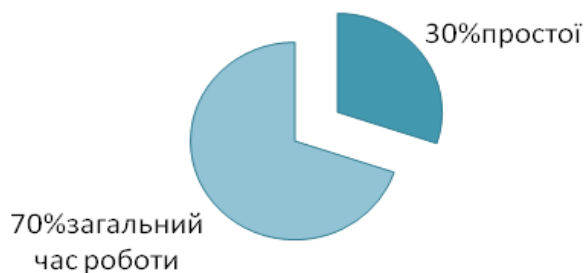


Рис. 2. Діаграма простоїв від загального часу роботи КП при нерегульованому підході автомобілів

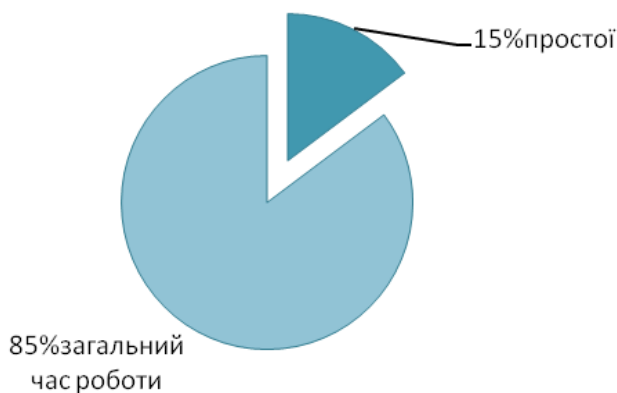


Рис. 3. Діаграма простоїв від загального часу роботи КП при регульованому підході автомобілів

Після моделювання роботи визначено:

- при нерегульованому підході автомобілів до контейнерної площадки – 181 хв;

- при регульованому підході автомобілів до контейнерної площадки – 73 хв.

Висновок. При використанні раціональної технології роботи КП економія від скорочення простою

автомобілів в очікуванні обслуговування при регулюванні їх підходів до контейнерної площадки дорівнює 108 хв на добу чи 1,8 авто.год. Також якщо враховувати, що всі автомобілі, що працюють на станції, знаходяться в оренді, скорочення простою дозволить мінімізувати експлуатаційні витрати за рахунок зменшення орендної плати за машини.

Список літератури

1. Кочнев, Ф.П. Управление эксплуатационной работой железных дорог [Текст]: учебник / Ф.П. Кочнев, И.Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1990. – 235 с.
2. Правдин, Н.В. Взаимодействие различных видов транспорта [Текст]: учебник / Н.В. Правдин, В.Я. Негрей, В.А. Подкопаев. – М.: Транспорт, 1989. – 136 с.
3. Столяр, Т.В. Математическая модель взаимодействия автомобильного и железнодорожного транспорта на терминале [Текст] / Т.В. Столяр, А.В. Пытченко // Автомобильный транспорт. – 2010. – № 14. – С. 109-114.
4. Новиков, И.В. Особенности организации интермодальной перевозки грузов в контейнерах автомобильным и железнодорожным транспортом [Текст] / И.В. Новиков, Е.А. Кравченко // Проблемы современной экономики. – 2011. – Т. 56, № 65. – С. 91-94.
5. Леонтьев, Р.Г. Классификация видов транспортных услуг [Текст] / Р.Г. Леонтьев, А.Н. Соболев, Н.Р. Леонтьева // Транспорт: наука, техника, управление. – 2009. – № 79. – С. 26-37.
6. Николашин, В.М. Логистические принципы контейнерных перевозок и оптимизации цепей поставок товаров [Текст] // Транспорт: наука, техника, управление. – 2009. – № 1. – С. 30-36.
7. Васьюков, Ю.М. Пути привлечения транзитных контейнерных грузопотоков в порты Украины [Текст] // BlackSeaLines. – 2007. – № 9. – С. 15-16.
8. Смехов, А.А. Математические модели процессов грузовой работы [Текст] / А.А. Смехов. – М.: Транспорт, 1982. – 256 с.

Ключові слова: взаємодія видів транспорту, контейнерна площадка, інтенсивність підходу автомобілів, обслуговуючі операції, транспортні послуги, перевізні операції.

Анотації

Стаття присвячена актуальній на сьогоднішній день проблемі ефективної взаємодії автомобільного й залізничного транспорту, важливості правильної класифікації та повного задоволення транспортних послуг і на їх основі побудована ефективна модель взаємодії окремих видів транспорту на принципах логістики та сучасних схем контейнерних перевезень. Це дозволить налагодити ланцюг поставок між різними видами транспорту, тим самим покращити результативність їх взаємодії.

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме эффективного взаимодействия автомобильного и железнодорожного транспорта, важности правильной классификации и полного удовлетворения транспортных услуг, и на их основе определена эффективная модель взаимодействия отдельных видов транспорта на принципах логистики и современных схем контейнерных перевозок. Это позволит наладить схемы поставок между различными видами транспорта, тем самым улучшить результативность их взаимодействия.

The article is devoted to the actual to date the problem of effective interaction of automobile and railway transport, the importance of proper classification and complete satisfaction of transport services, and on their basis to build an effective model of interaction of individual types of transport, on the basis of the principles of logistics and container transportation. To establish a supply chain between the different modes of transport, thus improving the effectiveness of their interaction.

УДК 656.025.6

*Канд. техн. наук О.В. Розсоха,
інж. І.П. Федорко*

*Cand. of techn. sciences O.V. Rozsoha,
ing. I.P. Fedorko*

ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАЛІЗНИЦЬ

PROSPECTS IMPROVED APPROACHES TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THE OPERATIONAL ACTIVITIES OF RAILWAYS

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

Вступ. Залізничний транспорт – одна з найважливіших складових виробничої інфраструктури України. Залізниця є найбільшим перевізником країни. На її частку припадає близько 50 % загальнонаціонального вантажообігу в тонно-км. Концепція Транспортної стратегії України на період до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010р. № 2174-Р) зазначає, що його ефективне функціонування є необхідною умовою стабілізації, розвитку зовнішньоекономічної діяльності, підвищення життєвого рівня населення, забезпечення національної безпеки країни.

Одним з важливих завдань функціонування залізничного транспорту є отри-

мання максимального ефекту в умовах раціонального використання його транспортних та виробничих потужностей. Успішне вирішення цих завдань дозволить покращити використання рухомого складу та переробних спроможностей залізниць України.

Важливим у реалізації завдання стабільної та ефективної роботи залізничного транспорту є правильне прогнозування, облік та аналіз експлуатаційної діяльності залізниць України.

Постановка проблеми. Ураховуючи зазначене, актуальними є дослідження, спрямовані на підвищення ефективності роботи залізничного транспорту України. Одним із напрямків зазначених досліджень

є проведення аналізу теоретичних підходів до оцінки ефективності роботи залізниць України.

Аналіз досліджень і публікацій.

Питанням розвитку теорії аналізу експлуатаційної діяльності полігона залізниць присвячені праці П.С. Грунтова, М.І. Данька, Ф.П. Кочнєва, В.О. Кудрявцева, Б.О. Кривошея, В.Я. Негрея, В.М. Образцова, М.В. Правдіна, І.Б. Сотнікова та ін. [1-3]. Розроблені вищезазначеними авторами наукові підходи до визначення рівня якості експлуатаційної роботи на залізничному транспорті були в основному спрямовані на отримання результату за окремою групою показників (кількісні показники, показники використання вагонів вантажного парку, економічні показники). Комплексному підходу до оцінки та вибору кращого полігона залізниці (відділення, дирекція тощо) при діючій системі показників приділялось недостатньо уваги.

Таким чином, виникає потреба подальшого розвитку теорії оцінки ефективності роботи залізниць.

Формулювання мети (постановка завдання). Метою даних досліджень є підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту України. Для досягнення цієї мети необхідно виявити особливості існуючих теоретичних підходів до проведення оцінки експлуатаційної діяльності полігона залізниць України та визначити основні напрямки стратегії їх удосконалення з позиції комплексного підходу.

Аналіз теоретичних підходів щодо оцінки експлуатаційної роботи залізниць України. Обсяг експлуатаційної діяльності, оцінка якості роботи залізничного транспорту та стратегія його розвитку виконуються за допомогою системи показників [4-8]. За допомогою цієї системи показників розробляються стратегія й тактика розвитку залізничної галузі, обґрунтовуються прогнози та управлінські рішення, контролюється хід

виконання поставлених завдань з перевезень, оцінюються результати експлуатаційної діяльності залізниць України та її структурних підрозділів.

Діюча система показників експлуатаційної роботи залізничного транспорту поділяється на дві основні групи:

1) кількісні, які дозволяють визначити обсяги роботи (запланована або виконана);

2) якісні, які дозволяють оцінити якість запланованої або виконаної роботи, особливо якість використання рухомого складу.

Кількісні показники поділяються:

а) на показники перевізної роботи залізниць, які відображають обсяг перевезень вантажів та пасажирів;

б) показники технічної роботи залізниць, які відображають обсяг технічної роботи при забезпеченні перевезень вантажів та пасажирів.

Вантажні перевезення характеризуються показниками:

- відправлено вантажу, т;
- прибуття вантажу, т;
- перевезено вантажу, т;
- навантажено вантажу, т;
- навантажено вантажу, ваг;
- вивантажено вантажу, ваг;
- регульовальний розрив зі здавання та приймання порожніх вагонів, ваг;
- приймання і здавання вагонів, ваг;
- приймання і здавання поїздів, поїзд;
- переміщення вагонного парку, ваг;
- середній склад поїзда із навантажених вагонів, ваг;
- середній склад поїзда із порожніх вагонів, ваг;
- балансова наявність робочого парку вагонів, ваг;
- вантажообіг, ткм;
- середня дальність перевезення вантажів, км;
- вантажонапруженість, ткм нетто/км;
- приведені тонно-кілометри, ткм;
- робота парку вантажних вагонів, ваг;
- пробіг вагонів, ваг.км;

– пробіг навантажених вагонів, ваг.км;

– пробіг порожніх вагонів, ваг.км;

– коефіцієнт порожнього пробігу вагонів;

– пробіг локомотивів, лок.км;

– пробіг поїзних локомотивів, лок.км;

– лінійний пробіг локомотивів, лок.км;

– допоміжний лінійний пробіг локомотивів, лок.км;

– коефіцієнт допоміжного лінійного пробігу локомотивів;

– пробіг поїздів, поїзд.км;

– залежність між пробігом локомотивів і пробігом поїздів.

Пасажи́рські пере́везення характеризуються показниками:

– кількість відправлених пасажирів, люд;

– кількість перевезених пасажирів, люд;

– пасажирообіг, пас.км;

Отже, для характеристики обсягів перевізної й технічної роботи залізниці маємо 32 кількісних показники.

Якісні показники дозволяють оцінити витрати технічних засобів залізниць на виконання певної перевізної роботи. За допомогою цих показників оцінюють в основному ступінь використання рухомого складу. Ці показники умовно поділяють на групи:

1) показники використання рухомого складу в часі;

2) показники використання потужності рухомого складу.

Використання вагонів вантажного парку характеризується такими якісними показниками:

– обіг вагона, доб;

– обіг місцевого вагона, доб;

– обіг транзитного вагона, доб;

– обіг порожнього вагона, доб;

– повний рейс вагона, км;

– навантажений рейс вагона, км;

– порожній рейс вагона, км;

– порожній рейс порожнього вагона,

км;

– рейс місцевого вагона, км;

– рейс транзитного вагона, км;

– коефіцієнт здвоєних операцій;

– коефіцієнт місцевої роботи;

– коефіцієнт місцевої роботи для місцевих вагонів;

– коефіцієнт місцевої роботи для порожніх вагонів;

– вагонне плече, км;

– кількість технічних станцій, які проходить вагон за час свого обігу;

– дільнична швидкість руху поїздів, км/год;

– технічна швидкість руху поїздів, км/год;

– ходова швидкість руху поїздів, км/год;

– маршрутна швидкість руху поїздів, км/год;

– коефіцієнт дільничної швидкості;

– середній простій вагона під однією вантажною операцією, год;

– середній простій місцевого вагона на станції при пономерному обліку, год;

– середній простій місцевого вагона на станції при безномерному обліку, год;

– середній простій місцевого вагона, год;

– обіг вагона на під'їзних коліях при пономерному обліку, год;

– обіг вагона на під'їзних коліях при безномерному обліку, год;

– середній простій транзитного вагона, год;

– середній простій транзитного вагона на одній технічній станції, год;

– середньодобовий пробіг вантажного вагона, км;

– статичне навантаження вагона, т;

– динамічне навантаження навантаженого вагона, т;

– динамічне навантаження вагона робочого парку, т;

– середня вантажопідйомність вагона, т;

– продуктивність вантажного вагона, ткм нетто.

Використання локомотивного парку для вантажного руху характеризується такими якісними показниками:

- дільнична швидкість локомотива, км/год;
- технічна швидкість локомотива, км/год;
- ходова швидкість локомотива, км/год;
- повний оборот локомотива, год;
- повний оборот локомотива без заходу до основного депо, год;
- середня відстань обороту локомотива, км;
- середньодобовий пробіг локомотива, км;
- добовий бюджет часу роботи локомотива, год;
- час знаходження локомотива у русі протягом доби, год;
- середня маса поїзда брутто, т;
- середня маса поїзда нетто, т;
- середній склад поїзда, ваг;
- середньодобова продуктивність локомотивів, ткм брутто;
- коефіцієнт потреби локомотивів на одну пару поїздів;
- норма видачі локомотивів, локомотив.

Використання вагонів пасажирського парку для пасажирського руху характеризується такими якісними показниками:

- технічна швидкість пасажирського поїзда, км/год;
- дільнична(комерційна) швидкість пасажирського поїзда, км/год;
- маршрутна швидкість пасажирського поїзда, км/год;
- ходова швидкість локомотива, км/год;
- обіг пасажирського поїзда, год;
- середньодобовий пробіг пасажирських вагонів, км;
- середня населеність пасажирського вагона, пас.ваг.

Додатково до вищезазначених якісних показників відносять показники виконання графіка руху поїздів:

– відсоток відправлення поїздів за розкладом;

– відсоток проходження поїздів за розкладом.

Отже, для характеристики якості перевізної й технічної роботи залізниці маємо 59 показників.

До основних економічних показників роботи залізничного транспорту відносять: продуктивність праці, собівартість перевезень, прибуток від перевезень, рентабельність.

Продуктивність праці визначається обсягом продукції в приведених тонно-кілометрах, пасажиро-кілометрах, що припадають на одного працівника експлуатаційного штату (зайнятого в перевізному процесі), а собівартість перевезень – відношенням експлуатаційних витрат на перевезення до обсягу продукції. В експлуатаційні витрати входить зарплата з відрахуваннями на соціальне страхування, витрати на паливе, електроенергію, матеріали і запасні частини, амортизаційні відрахування й інші витрати.

Прибуток Π є різницею між сумарними доходами та експлуатаційними витратами залізниці на виконання перевезень.

Разом з тим важливо знати не тільки абсолютну величину, але і розмір прибутку, що припадає на кожен гривню вартості виробничих фондів, тобто рентабельність $[6]$, %,

$$P = \frac{\Pi}{ОВФ + ОБЗ} 100,$$

де $ОВФ$, $ОБЗ$ – середньорічна вартість у плановому році відповідно основних виробничих фондів та оборотних засобів.

Таким чином, до основних факторів, що дають об'єктивну оцінку ефективності перевізної роботи залізниць, відносять:

– обсяги перевізної роботи (кількісні показники);

– ступінь використання технічних засобів залізниць на виконання певної перевізної роботи (якісні показники);

– економічність перевізної роботи (економічні показники).

Розглянуті показники тісно пов'язані між собою. Зміна кількісних показників обов'язково приводить до зміни показників ефективності використання та навпаки. Так, наприклад, скорочення обігу локомотива призводить до збільшення середньодобового пробігу локомотивів. Збільшення тонно-кілометрової роботи призводить до збільшення продуктивності локомотивів. При збільшенні продуктивності праці зменшується собівартість, збільшується прибуток та рентабельність перевезень. Незважаючи на це, діюча методика оцінки експлуатаційної роботи залізниць не враховує комплексний підхід при виборі кращого полігона залізниць.

Одними з основних вимог до роботи залізничного транспорту України є економічність і висока надійність перевезень, оскільки це впливає на життя і здоров'я людей, стан навколишнього природного середовища та схоронність вагонів і вантажу, що перевозиться.

Діюча методика не враховує і показники надійності, що негативно впливає на якість перевізного процесу. Так, наприклад, при збільшенні маси та довжини поїзда зменшується кількість вагонів та локомотивів, які задіяні при перевезеннях. У цьому випадку збільшується навантаження на локомотиви, зношення їх агрегатів, що призводить до збільшення витрат на їх відновлення.

Отже, до зазначеного переліку основних факторів, що дають об'єктивну оцінку ефективності перевізної роботи залізниць, слід додати показники надійності перевізного процесу.

У подальшому при проведенні комплексної оцінки ефективності управління експлуатаційною діяльністю залізниць України існує можливість розгляду таких етапів:

1) формування повного переліку показників, за якими виконується оцінка;

2) проведення кореляційного аналізу для остаточного формування системи показників, які будуть ураховані у подальших розрахунках;

3) визначення вагових коефіцієнтів кожного показника;

4) оцінка ступеня погодженості думок експертів між собою після визначення вагових коефіцієнтів;

5) обґрунтування вибору математичного апарату для розв'язання нечіткої багатокритеріальної задачі вибору найкращого полігона залізниць;

6) розроблення методу для розв'язання конкретної оцінної задачі;

7) визначення адекватності розробленого методу.

Висновки. Результатом проведення аналізу експлуатаційної діяльності залізниць є отримання ряду показників, які певним чином впливають між собою на кінцевий результат. У цьому випадку постає завдання розроблення нових теоретичних підходів стосовно вибору кращої стратегії розвитку полігону залізниць з урахуванням комплексного підходу.

Список літератури

1. Кочнев, Ф.П. Управление эксплуатационной работой железных дорог [Текст]: учеб. для вузов / Ф.П. Кочнев, И.Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1990. – 424 с.

2. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте [Текст]: учеб. для вузов / П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А.М. Макарович [и др.]; под общ. ред. П.С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

3. Основы эксплуатационной работы железных дорог [Текст]: учеб. пособие / В.А. Кудрявцев, В.И. Ковалев, А.П. Кузнецов [и др.]; под общ. ред. В.А. Кудрявцева. – 2-е изд. – М.: Издательский мир "Академия", 2005. – 352 с.

4. Рекомендації з техніко-економічних розрахунків окремих показників експлуатаційної роботи залізниць [Текст]: рекомендації / УкрНДІТранспроєкт. – К., 2002. – 64 с.

5. Макаренко, М.В. Краткий справочник показателей эксплуатационной работы железных дорог Украины [Текст] / М.В. Макаренко. – К.: Юникон-Пресс, 2001. – 154 с.

6. Экономика железнодорожного транспорта [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. транспорта / Н.П. Терёшина, В.Г. Галабурда, М.Ф. Трихунков [и др.]; под общ. ред. Н.П. Терёшиной, Б.М. Лapidуса, М.Ф. Трихункова. – М.: УМЦ ЖДТ, 2006. – 801 с.

7. Глущенко, И.Н. Методика анализа эксплуатационной деятельности железной дороги, пути повышения эффективности и качества ее работы [Текст]: учеб. пособие / И.Н. Глущенко, В.А. Феоктистов. – М.: ВЗИИТ, 1995. – 52 с.

8. Практичні рекомендації з технологічного управління експлуатаційною роботою залізниць [Текст]: практичні рекомендації / Державне підприємство Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту України. – К., 2007. – 77 с.

Ключові слова: показники роботи залізниць, ефективність роботи залізниць, прийняття рішення.

Анотації

Проведено аналіз теоретичних підходів при оцінці ефективності роботи залізниць України. Діюча система оцінки враховує безліч кількісних і якісних нормативних показників, які певним чином впливають між собою на кінцевий результат. Постає завдання розроблення нових теоретичних підходів стосовно вибору кращої стратегії розвитку полігону залізниць.

Проведен анализ теоретических подходов при оценке эффективности работы железных дорог Украины. Действующая система оценки учитывает множество количественных и качественных нормативных показателей, которые определенным образом влияют между собой на конечный результат. Возникает задача разработки новых теоретических подходов относительно выбора лучшей стратегии развития полигона железных дорог.

An analysis of theoretical approaches for assessing the performance of Ukrainian railways. The current assessment system takes into account many quantitative and qualitative regulatory indicators, which in some way influenced by each other on the outcome. The problem arises to develop new theoretical approaches regarding the selection of the best strategies landfill railways.

УДК 656.212.5

*Канд. техн. наук К.В. Крячко,
магістри О.М. Шалімова,
Є.В. Кабанець*

*Cand. of techn. sciences K. Kriachko,
masters O. Shalimova,
E. Kabanets*

МІНІМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ ПРИ УДОСКОНАЛЕННІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

MINIMIZATION OF RUNNING EXPENSES IS AT THE IMPROVEMENT OF THE TECHNICAL STATE OF THE SORTING STATIONS

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

Вступ. Одним з вирішальних завдань залізничного транспорту протягом останніх років є підвищення ефективності функціонування засобів транспорту за рахунок мінімізації експлуатаційних витрат як на шляху транспортування вантажів, так і в процесі обслуговування рухомого складу на технічних станціях, особливо на сортувальних. Але прогресуюче старіння основних фондів при відсутності державної підтримки інноваційного розвитку галузі та недосконалості законодавчої бази у частині залучення інвестицій не дає можливості вирішення даного завдання на належному рівні.

Загальний ступінь зносу основних фондів опорних сортувальних станцій перевищує 60 %. Застаріле обладнання сортувальних пристроїв, верхньої будови станційних колій, пристроїв вагонного господарства вимагає додаткових експлуатаційних витрат на їх утримання в робочому стані.

Постановка завдання. Якщо для обслуговування транзитного і місцевого вагонопотоків у 1991 році необхідно було мати 51 сортувальну станцію, то на початок 2013 року стоїть питання про скорочення їх кількості з 36 до 30, а при обґрунтуванні –

до 25, у зв'язку зі спадом обсягів перевезень у три рази. Із загальної кількості призначень плану формування в сортувальних парках тільки 15 % наскрізних, а решта – місцеві. Це викликає неефективне використання корисної довжини, збільшуючи експлуатаційні витрати на їх поточний ремонт. У цілому колійний розвиток сортувальних станцій не відповідає обсягам переробки і потребує необхідного обслуговування.

Аналіз досліджень і публікацій. Значний внесок у дослідження цих питань зробили такі вчені: Данько М.І., Огар О.М., Берестов І.В., Яновський П.О., Шиш В.О., Шаповал А.В. У результаті проведеного аналізу було встановлено, що в сучасних умовах дане питання вимагає додаткових досліджень.

Визначення мети та завдання дослідження. Основним завданням є визначення потужності основних пристроїв станції з метою приведення їх до існуючих обсягів роботи.

Основний матеріал. Аналіз основних показників роботи залізниць України, згідно з [1], показав, що обсяг навантажених і відправлених вагонів з 1991

по 2001 роки зменшився на 65 %, але за останні 10 років спостерігається щорічний приріст з незначними коливаннями 2–3 %. Отже, початкове технічне оснащення повинне бути приведенне у відповідність до сучасних обсягів роботи.

Основним пристроєм на сортувальній станції, від результатів роботи якого залежить більшість кількісних і якісних показників, є сортувальна гірка. Згідно з [2], потужність гірки визначається обсягом вагонопотоку з переробкою або кількістю колій у сортувальному парку. Звичайно, гірки великої та підвищеної потужності обладнувалися новими системами механізації та автоматизації, сортувальні парки проектувалися за типовими проектами з гірковими горловинами на 32 і більше колій. Крім цього, 11 сортувальних станцій є двосторонніми, які повинні були переробляти понад 6 тис. ваг/доб.

На сьогодні у зв'язку зі скороченням обсягів роботи усі сортувальні станції повинні бути перебудовані, а більша частина з них – реконструйована, тому для визначення необхідних коштів у цілому по Укрзалізниці на технічне переоснащення слід розробити перспективні плани організаційно-технічних заходів для кожної сортувальної станції. У першу чергу слід розглядати організаційні заходи, що пов'язані із удосконаленням технології роботи у кожній підсистемі станції і вимагають найменших грошових вкладень.

Серед технічних спочатку планують заходи для демонтування окремих пристроїв (колій та стрілочних переводів в основних парках, насувних, спускних та обхідних колій на гірці, з'єднувальних колій, витяжних колій формування у хвостовій горловині сортувального парку, окремих паралельних ходів у горловинах приймально-відправних парків, одиничних опор контактної мережі та опор точкового освітлення після демонтування певних колій у парках).

Але перед цим проводяться хронометражні дослідження і

встановлюються розрахункові значення інтенсивностей виконання відповідних операцій у парках та на гірці для визначення достатності пристроїв, що залишаються після демонтування.

Крім цього, виконуються прогнозні розрахунки обсягів роботи станції і якщо протягом 5 років буде виникати необхідність збільшення колійного розвитку до сучасних розмірів, то замість демонтування здійснюється консервація.

Особливо капіталоемним є технічне обладнання сортувальних пристроїв, тому прогнозування обсягів переробки необхідно проводити на період до 10 років. При сталому їх зменшенні можливо здійснювати демонтування окремих елементів гірки.

Аналіз роботи залізниць України за останні 10 років (рис. 1) показав, що найбільші обсяги навантаження і відправлення вагонів виконуються на Донецькій залізниці, тому для прикладу розглянута одна із потужних сортувальних станцій цього регіону – Ясинувата.

У свій час двостороння сортувальна станція Ясинувата переробляла понад 10 тис. ваг/доб, на ній упроваджувалися найновіші технології сортувального процесу, Західна гірка була обладнана автоматизованою системою управління процесом розпуску составів, новими типами вагонних уповільнювачів, гірковою автоматичною локомотивною сигналізацією. Але зі зменшенням обсягів роботи нові системи були законсервовані, інтенсивність використання інших пристроїв стала неефективною, що вимагало приведення їх потужності у відповідність до сучасних обсягів роботи.

У зв'язку з цим на станції були проведені статистичні дослідження за 2002–2012 роки, встановлені середньодобові обсяги переробки на кожній гірці, проаналізована динаміка зміни кількості та потужності призначень за планом формування у кожній сортувальній системі, визначено рівень навантаження колійного розвитку в основних парках.

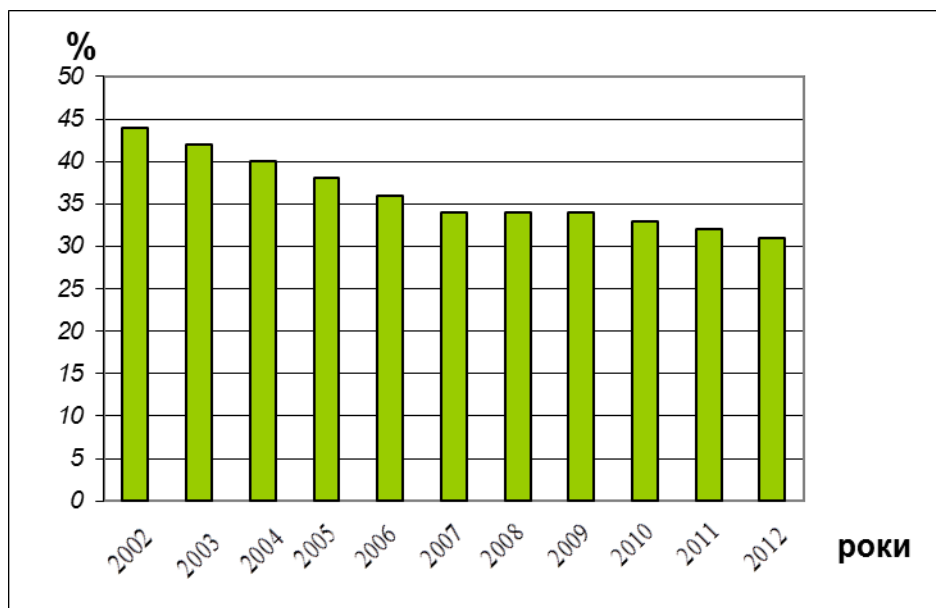


Рис. 1. Середньодобове навантаження вагонів на Донецькій залізниці у відсотках до загального на Укрзалізниці

Результати аналізу показали, що обсяги вагонопотоку з переробкою у Західній сортувальній системі склали від 1962 до 2371, а у Східній – від 2356 до 2747 ваг/доб (рис. 2).

Як видно з рис. 2, найбільший обсяг переробки на Західній гірці спостерігався у 2004 році (2371 ваг/доб), а на Східній – у 2007 році (2747 ваг/доб). Згідно з [2], такі обсяги переробки характерні для гірок середньої потужності з кількістю колій у сортувальному парку від 17 до 29.

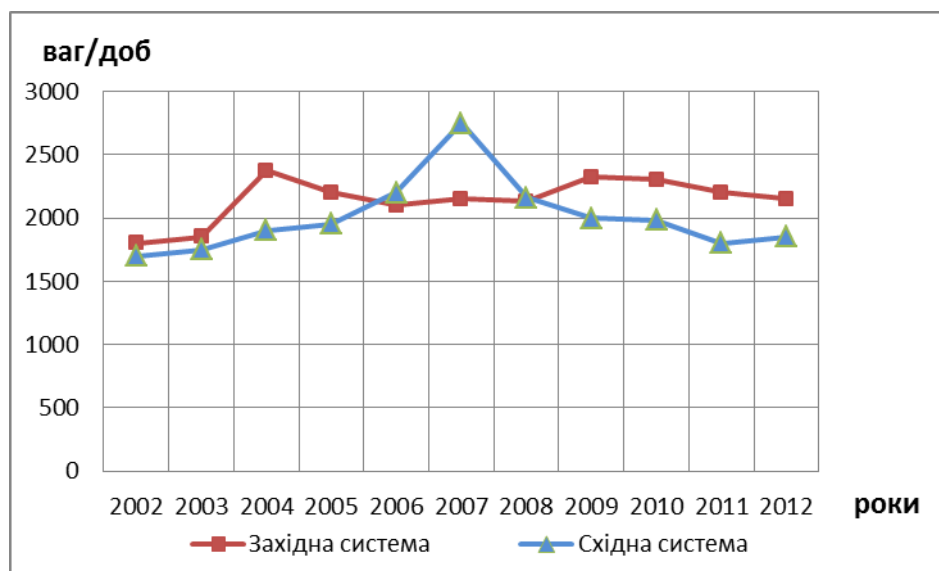


Рис. 2. Середньодобові вагонопотоки з переробкою в Західній і Східній сортувальних системах станції Ясинувата протягом 2002 – 2012 рр.

Дослідження розподілу середньодобової кількості вагонів за період спостереження показало, що математичне очікування на Західній сортувальній гірці

склало 2167 ваг/доб, а з урахуванням трьох середньоквадратичних відхилень 2416 ваг/доб (рис. 3), а на Східній гірці відповідно – 2552 і 2930 ваг/доб (рис. 4).

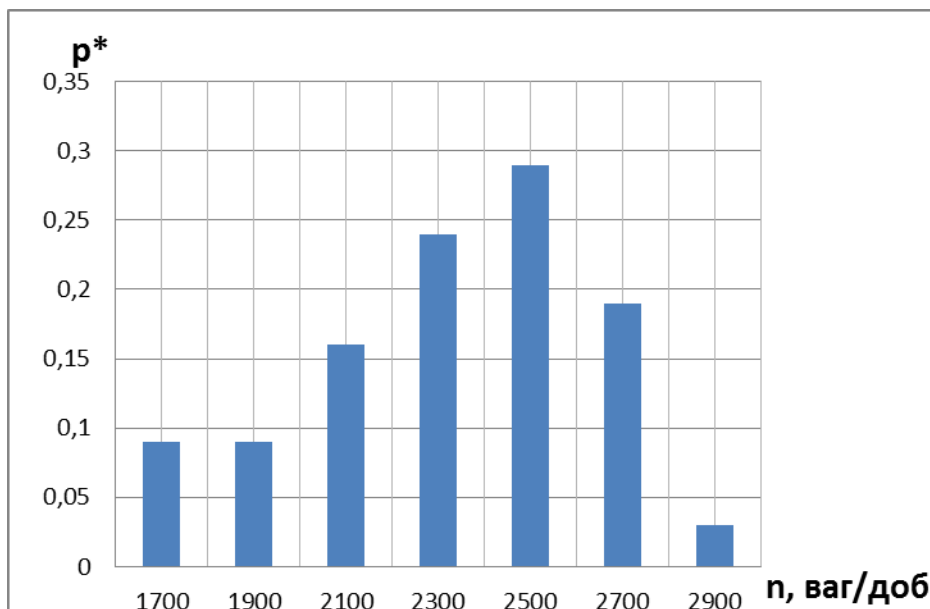


Рис. 3. Гістограма розподілу середньодобової кількості вагонів з переробкою на Західній гірці за період 2002 – 2012 рр.

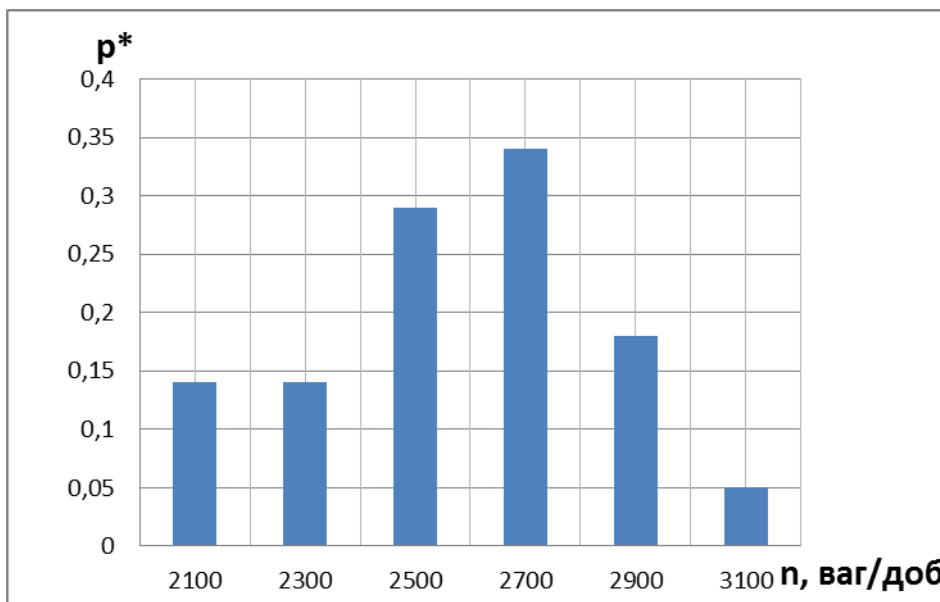


Рис. 4. Гістограма розподілу середньодобової кількості вагонів з переробкою на Східній гірці за період 2002 – 2012 рр.

Крім цього, було встановлено, що за період з 2002 по 2012 рік кількість призначень за планом формування зменши-

лась у Західному сортувальному парку в 1,8 разу, а у Східному – в 2,1 разу [3].

Це дозволяє зробити висновок про можливість зменшення кількості колій у Західному сортувальному парку на 4 загальною довжиною 3847 м, щорічні експлуатаційні витрати на утримання яких складають 692,5 тис. грн. Крім цього демонтується 8 стрілочних переводів: 4 одиночних симетричних марки 1/6 – №12, 15, 43, 46 та 4 звичайних марки 1/9 – №587, 589, 629, 631, на утримання яких щорічно витрачається відповідно 12 та 16,6 тис. грн.

На кожній колії також демонтується по три секції вагонних уповільнювачів типу ВНУ-2, приведені щорічні експлуатаційні витрати на утримання яких складають 61,2 тис. грн, отже, на чотирьох коліях витрати будуть 244,8 тис. грн.

У Східному сортувальному парку кількість колій може бути зменшена на 8 загальною довжиною 4974 м, з урахуванням з'єднувальних елементів. Щорічні експлуатаційні витрати на утримання цих колій складають 895,3 тис. грн. При цьому демонтується 15 стрілочних переводів: 7 одиночних симетричних марки 1/6 – №118, 120, 122, 124, 126, 194, 198; 7 звичайних марки 1/9 – № 191, 207, 211, 215, 217, 221, 223 та один перехресний стрілочний перевід марки 1/9 – № 187/189 з переукладанням його на звичайний лівосторонній стрілочний перевід марки 1/9 – №187, на утримання яких щорічно витрачається відповідно 21; 28,7 та 5,6 тис. грн.

Одночасно з цим на кожній колії демонтується вагонний уповільнювач типу КНП-5, сумарні приведені щорічні

експлуатаційні витрати на утримання яких складають 297,6 тис. грн. На 5 коліях демонтується по одному башмакоскидачу, загальні щорічні експлуатаційні витрати на їх утримання складають 6,8 тис. грн.

Отже, щорічний економічний ефект від скорочення експлуатаційних витрат при зменшенні кількості сортувальних колій в обох сортувальних системах та демонтуванні відповідних пристроїв на цих коліях може складати 2,22 млн грн.

У подальших дослідженнях передбачається здійснювати аналіз використання колійного розвитку приймально-відправних парків з метою приведення його у відповідність до сучасних обсягів роботи станції.

Висновки. У зв'язку зі скороченням загальних обсягів перевезень, інтенсивність використання основних пристроїв на залізничних станціях на даний час не відповідає їх розрахунковій потужності, це викликає значні додаткові щорічні експлуатаційні витрати та збільшує собівартість переробки вагонів.

Для підвищення ефективності роботи станцій слід систематично виконувати дослідження ритмічності функціонування як окремих складових, так і сортувальної системи в цілому, з метою виявлення раціонального завантаження колійного розвитку, сортувальних пристроїв, маневрових засобів у відповідності до реальних обсягів роботи, що може дати можливість суттєвого скорочення експлуатаційних витрат.

Список літератури

1. Довідник основних показників роботи залізниць України (2001-2011 роки) [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2012. – 53 с.
2. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах Союза ССР [Текст]. – М.: Транспорт, 1992. – 105 с.
3. Порядок направления вагонопотоков и организация их в грузовые поезда на железных дорогах Украины на 2011-2012 гг. (план формирования поездов) [Текст].– К.: Государственная администрация железнодорожного транспорта Украины, 2010. – 667 с.

Ключові слова: вагони з переробкою, сортувальний парк, щорічні експлуатаційні витрати.

Анотації

Дається аналіз зміни обсягів переробки вагонів на залізницях України і на станції Ясинувата протягом 2002-2012 рр. Розроблено пропозиції щодо раціонального зменшення кількості колій у сортувальних парках Західної та Східної систем станції Ясинувата. Визначено можливий економічний ефект від приведення колійного розвитку до необхідного відповідно до сучасних обсягів роботи станції.

Дается анализ изменения объемов переработки на железных дорогах Украины на станции Ясиноватая за период 2002-2012 гг. Разработаны предложения по рациональному сокращению числа путей в сортировочных парках Западной и Восточной систем станции Ясиноватая. Определен возможный экономический эффект от приведения путевого развития к необходимому в соответствии с современными объемами работы станции.

The analysis of change of volumes of processing is given on the railways of Ukraine at the station of Yasinovataya for period of 2002-2012 years. Developed suggestion on rational reduction of number of ways in the sorting parks of the Western and East systems of the station of Yasinovataya. A possible economic effect is certain from bringing the ground development over to required in accordance with the modern volumes of work of the station.

УДК 656. 212.5

*Канд. техн. наук М.Ю. Куценко,
студенти О.О. Христиненко, Я.В. Віслов,
інженери О.В. Мельниченко,
С.В. Мельниченко*

*Cand. of techn. sciences M.U. Kutsenko,
students O.O. Khristichenko, J.V. Vislov,
engineers O.V. Melnichenko,
S.V. Melnichenko*

**РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ
ВАГОННИХ УПОВІЛЬНЮВАЧІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ
НА МЕХАНІЗОВАНИХ СОРТУВАЛЬНИХ
ПАРКАХ УКРАЇНИ**

**CALCULATION OF COST EFFECTIVENESS OF CARLOAD RETARDERS
NEW GENERATION OF MECHANIZED MARSHALLING HUMP
UKRAINE**

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

Вступ. З моменту становлення України як самостійної держави минуло майже чверть століття. Як для молоді

держави країна розвивається поступово, але вже досягнула великих успіхів. Про такі висновки свідчать події світового

масштабу: Євробачення, Євро-2012 тощо. Для подальшого росту економічних сфер територіальні шляхи та транспортні канали якнайкраще охоплюють країну. Для поступового та стабільного розвитку країни чималу роль відіграє стабільний та безпечний транспортний процес. Для його правильної організації значними чинниками є технічне оснащення, кваліфікація персоналу, постійний вагоно- та пасажиропотік тощо [1].

Постановка проблеми. Технічне оснащення кожного підприємства має відповідати пропускній та переробній спроможності. Задля ефективності роботи пристроїв велику роль відіграє саме правильно обрана їх потужність. Під час проектування основних залізничних станцій у СРСР переробка вагонопотоку сягала великих обсягів. Після розпаду Союзу вагонопотік поступово зменшився, а перебудови технічного оснащення так і не відбулося. Перевізні та пропускні спроможності пристроїв залишилися великою, і на сьогодні вони не використовуються на повну потужність [2]. У результаті зараз використовуються потужні, але застарілі засоби механізації, що в свою чергу призводить до зростання собівартості перевізного процесу загалом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема вибору пристроїв механізації та автоматизації сортувального процесу досить мало висвітлена у наукових виданнях. Зокрема, враховуючи значний ступінь зносу вагонних уповільнювачів на сортувальних гірках України [3], актуальним стає питання щодо їх заміни на сучасні моделі нового покоління. Для його вирішення корисним може бути російський досвід [4].

Виклад основного матеріалу дослідження. За час індустріального розвитку СРСР всі підприємства оснащувались за останніми, на той час, технічними новинками. З того моменту пройшло більш ніж півстоліття. Проблема модернізації технічного оснащення

залізниць України стоїть дуже гостро. Тим паче для організації ефективної роботи сортувального процесу в останні десятиліття приділяли недостатньо уваги. Основним пристроєм для сортувального процесу залишається уповільнювач.

На даний момент на сортувальних станціях України в основному використовуються уповільнювачі на спускній частині типу КВ-3, Т-50, КВ-2, КНП-5 та паркові уповільнювачі типу РНЗ-2. Всі вони належать до типу кліщоподібних з пневматичною натискною дією. Складна конструкція та велика ціна уповільнювачів роблять питання перебудови або реконструкції гірки досить складним.

Для вирішення питання щодо вигідності заміни уповільнювачів гальмових позицій було розроблено методику розрахунку ефективності впровадження вагонних уповільнювачів нового покоління на механізованих сортувальних гірках мережі залізниць [5]. Запропонована методика охоплює основні економічні показники у виборі найбільш підходящих пристроїв гальмування, розрахунок строків окупності додаткових капіталовкладень та річні економічні ефекти після впровадження змін на станції.

Річний економічний ефект \mathcal{E} (грн/р.) від введення нового уповільнювача розраховується за такими формулами:

$$\mathcal{E} = \pm \Delta KE + \Delta \mathcal{E}_{\Sigma}, \quad (1)$$

$$\Delta K = (K_c - K_n) \approx (C_n - C_c), \quad (2)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\Sigma} = \Delta \mathcal{E}_{\text{зам}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{обсл}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{б}}, \quad (3)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{зам}} = \Delta V_{\text{в}} k_{\text{вкл}} N_c / m C_{\text{в}} \cdot 365 \cdot \eta_{\text{пот}}, \quad (4)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{обсл}} = (t_c^{\text{обсл}} - t_n^{\text{обсл}}) \overline{C_{\text{обсл}}} \cdot 12, \quad (5)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{б}} = \overline{\Delta n_{\text{нов}}} k_{\text{нов}} C_{\text{рем}}^{\text{б}} \cdot 365 \cdot k_{\text{зам}} N_c / m, \quad (6)$$

де ΔK – зміна капіталовкладень, що припадають на один уповільнювач старого (K_c) та нового (K_n) типу з урахуванням їх відпускної ціни ($C_n; C_c$), витрат на транспортування, встановлення на рейку та пуско-налагоджувальні роботи, грн;

E – коефіцієнт дисконтування, чисельно рівний величині, оберненій нормативному строку служби уповільнювача;

$\Delta \mathcal{E}_\Sigma$ – сумарне зменшення експлуатаційних витрат, грн/р.;

$\Delta \mathcal{E}_{зам}, \Delta \mathcal{E}_{обсл}, \Delta \mathcal{E}_б$ – зменшення експлуатаційних витрат відповідно на енергоносії, обслуговування уповільнювача та ремонт пошкоджених на гірці вагонів, грн/р.;

$\Delta V_v = (V_c - V_n)$ – зниження витрат енергоносія на одне спрацьовування уповільнювача, $M_{норм}^3$;

V_c, V_n – витрати енергоносія на одне спрацьовування уповільнювача старого (V_c) та нового (V_n) типу, $M_{норм}^3$;

$k_{вкл}$ – коефіцієнт включення уповільнювача, тобто кількість спрацьовувань, що припадають на один уповільнений відцеп; $k_{вкл} = 1,1 \dots 1,15$ – для I ТП; $k_{вкл} = 1,15 \dots 1,20$ – для II ТП; $k_{вкл} = 1,20 \dots 1,30$ – для III ТП;

N_c – добова кількість уповільнених уповільнювачем вагонів, ваг/доб;

m – коефіцієнт відцепу, тобто середньостатистична кількість вагонів у одному відцепі, $m = 1,8 \dots 2,2$;

Π_v – вартість виробництва 1 м^3 нормального повітря, грн/ м^3 ;

$\eta_{ном}$ – коефіцієнт витрат повітря в пневмомережі гірки, $\eta_{ном} = 1,4 \dots 2,2$;

$t_c^{обсл}, t_n^{обсл}$ – місячні трудовитрати на обслуговування уповільнювача, люд.год/міс;

$\Pi_{обсл}$ – вартість людино-години обслуговування уповільнювача, грн/люд.год;

$\overline{\Delta n_{нов}}$ – відносне зниження числа пошкоджених вагонів на механізованій гірці при використанні уповільнювачів нового типу, $\overline{\Delta n_{нов}} = 0,2 \dots 0,25$;

$k_{нов}$ – коефіцієнт пошкоджуваності вагонів на механізованій гірці, $k_{нов} = 0,001 \dots 0,0015$;

$\Pi_{рем}^в$ – середні витрати на ремонт одного пошкодженого на гірці вагону, грн;

$k_{зам}$ – коефіцієнт заміни уповільнювачів, тобто відносна кількість нових уповільнювачів, $k_{зам} = 0,1 \dots 1,0$ – для гіркових ТП, $k_{зам} = 0,005 \dots 1,0$ – для паркових гальмових позицій.

Строк окупності допоміжних капіталовкладень у новий уповільнювач розраховується за формулою, р.,

$$T_{ок} = \Delta K / \mathcal{E}. \quad (7)$$

Авторами статті за розглянутою вище методикою були проведені дослідження, які мали на меті з'ясувати, якими уповільнювачами доцільно замінювати існуючі уповільнювачі на сортувальних гірках України. За базові уповільнювачі на спускній частині були обрані уповільнювачі типу КВ-3, КВ-2, Т-50, КНП-5. Кожен з них зрівняли с новими уповільнювачами типу КЗ-5, ВЗПГ, НК-114, ЗВУ-осн. Крім того, за базовий уповільнювач паркової гальмової позиції був обраний уповільнювач типу РНЗ-2. Він був порівняний з новими уповільнювачами типу РНЗ-2М та ЗВУ-07.

Проаналізувавши вартість уповільнювачів, трудовитрати на обслуговування, витрати енергоносіїв та інші показники, виявилось, що сенс у заміні старих уповільнювачів очевидний. Отримані результати наочно зображено у табл. 1, 2.

Таблиця 1

Зведена таблиця ефективності допоміжних капіталовкладень для заміни гальмових позицій на спускній частині гірки

Базовий Новий	КВ-3	КВ-2	КНП-5	Т-50
ВЗПГ	0,40	0,5	0,52	1,37
КЗ-5	1,28	2,41	2,32	Недоцільне використання
ЗВУ-осн	Абсолютна ефективність	Абсолютна ефективність	Абсолютна ефективність	Абсолютна ефективність
НК-114	0,53	0,65	0,67	1,73

Таблиця 2

Зведена таблиця ефективності допоміжних капіталовкладень для заміни паркових гальмових позицій

Базовий Новий	РНЗ-2
РНЗ-2М	3,53
ЗВУ-07	Абсолютна ефективність

З наведених вище таблиць можна зробити висновок, що найвигіднішим для заміни на спускній частині виявився уповільнювач типу ЗВУ-осн. Найменш вигідні уповільнювачі типу КЗ-5. Проаналізувавши основні паркові уповільнювачі, а саме базовий РНЗ-2 та нові РНЗ-2М, ЗВУ-07, з'ясувалось, що уповільнювач РНЗ-2М зовсім не вигідно використовувати як парковий уповільнювач, оскільки ефективніше встановити уповільнювач типу ЗВУ-07.

Висновки. Мережа залізниць України відіграє велику роль у транспортній системі світу, а також у розвитку країни на світовому рівні. Задля оптимізації та

стабільного розвитку залізниці основним питанням залишається правильне обрання технічного оснащення сортувального процесу, а саме наявність сучасних уповільнювачів на сортувальній гірці. Існуючі ж моделі уповільнювачів на сортувальних станціях вже досить застарілі та потребують великих капіталовкладень на ремонт та модернізацію. Незважаючи на велику ціну уповільнювачів, у їх заміні є сенс і потреба. Робота з новими уповільнювачами оптимізує та прискорить роботу всієї сортувальної станції, що дасть великий поштовх в економії та позитивний відбиток на українському ринку транспортних послуг на фоні світового.

Список літератури

1. Рудаков, О.Г. Державна програма реформування залізничного транспорту на 2009-2015 роки: проблеми та шляхи вирішення [Текст] / О.Г. Рудаков // Економіка. – К., 2011. – № 34. – С. 133-143.

2. Куценко, М.Ю. Комплексна оптимізація конструктивних параметрів сортувальних пристроїв Південної залізниці [Текст] / М.Ю. Куценко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2009. – Вып. 4/7 (40). – С. 14-18.

3. Огар, О.М. Аналіз структури парку технічних засобів сортувальних гірок України та її вплив на основні показники роботи підсистеми розформування [Текст] / О.М. Огар, М.Ю. Куценко, О.М. Ходаківський, Я.В. Басов // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2009. – № 5 (135). – С. 171-175.

4. Кайнов, В.М. Программа обновления и развития технических средств сортировочных станций и горок [Текст] / В. М. Кайнов // Автоматика, связь, информатика. – 2001. – №1. – С. 2-5.

5. Методика расчета экономической эффективности внедрения вагонных замедлителей нового поколения на механизированных сортировочных горках сети дорог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://scbist.com:7777/scb/uploaded/1056_metodika_kobzev.doc. – Загл. с экрана.

Ключові слова: сортувальна станція, сортувальна гірка, сортувальний процес, гальмова позиція, вагонний уповільнювач.

Анотації

У даній статті розглядається питання заміни застарілих моделей вагонних уповільнювачів на сортувальних гірках України. За допомогою відповідної методики була розрахована економічна ефективність від впровадження вагонних уповільнювачів нового покоління на механізованих сортувальних гірках. Зроблено висновок, що найвигіднішим для заміни на спускній частині виявився уповільнювач типу ЗВУосн, а на парковій гальмовій позиції – ЗВУ-07.

В данной статье рассматривается вопрос замены устаревших моделей вагонных замедлителей на сортировочных горках Украины. С помощью соответствующей методики была рассчитана экономическая эффективность от внедрения вагонных замедлителей нового поколения на механизированных сортировочных горках. Сделан вывод, что самым выгодным для замены на спускной части оказался замедлитель типа ЗВУосн, а на парковой тормозной позиции – ЗВУ-07.

This article examines the issue of replacing the outdated models of car retarders on the marshalling humps of Ukraine. Use the appropriate method was calculated cost-effectiveness of introducing a new generation of car retarders on mechanized marshalling humps. It was concluded that the best replacement for the drain was the moderator of the type RWUprimary, and the park brake position – RWU-07.

УДК 656.025 (477)

Канд. техн. наук А.Л. Обухова

Cand. of techn. sciences A.L. Obukhova

ПИТАННЯ ПРІОРИТЕТУ ДЛЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТА ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ ПРИ ЗМІШАНОМУ РУСІ

QUESTION PRIORITY FOR PASSENGER AND FREIGHT TRAINS IN MIXED MOVEMENT

Представив д-р техн. наук, професор Д.В. Ломотько

Вступ. Транспортна галузь є складною структурою, для ефективного функціонування якої необхідно враховувати велику різноманітність як внутрішніх факторів, так і зовнішніх. Залізничний транспорт, будучи конкурентним середовищем, серед зовнішніх факторів повинен, безумовно, орієнтуватися на споживачів своїх послуг – пасажирів і вантажовласників. Споживчі інтереси, інноваційні процеси, міжнародна орієнтація визначають напрямки розвитку та вдосконалення роботи залізниці.

І одним з таких шляхів є впровадження і розвиток швидкісного руху. Швидкість доставки – це один з факторів, на який орієнтуються всі споживачі послуг транспорту. Будь то пасажир, який прагне як можна швидше прибути на місце призначення, або вантажовласник, у фінансових інтересах якого, щоб вантаж швидко був доставлений до станції призначення.

Активна модернізація, оновлення техніки, технологій, інфраструктури – заходи, необхідні для розвитку швидкісного пасажирського руху в Україні. У 2011 році на кількох напрямках, що пов'язують великі міста, почали курсувати поїзди, наявність яких дає змогу заявити, що в Україні з'явився швидкісний рух. Однак, чи таким вже позитивним виявився цей досвід.

Постановка проблеми. Незважаючи на єдину структуру управління, вантажне і пасажирське сполучення завжди були конкуруючим середовищем всередині транспортної галузі. Зазвичай пасажирські перевезення привертають більшу увагу, маючи пріоритет як в експлуатаційній роботі, так і в інвестиціях з дуже простої причини – тому що пасажир проти вантажних перевезень. Уряд і громадська думка більш зацікавлені в задоволенні потреб сотень мільйонів пасажирів магістральних і приміських ліній, ніж потреб декількох тисяч вантажовласників. Залізниці зі змішаним рухом змушені миритися з пріоритетом пасажирських перевезень у всіх сферах діяльності, хоча досвід показує, що, всупереч усьому, вантажні перевезення розвиваються швидше, крім випадків дуже великих капіталовкладень у пасажирські перевезення (наприклад, у нові високошвидкісні лінії). Тому питання розмежування пасажирського та вантажного руху є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток залізничних перевезень за останні десятиліття показує, що залізниці зі змішаним рухом відчують труднощі у розвитку обох видів перевезень. Японія є найбільш типовим прикладом створення високошвидкісних пасажирських ліній загальною протяжністю 2000 км на

шкоду звичайним пасажирським і вантажним. Після 25 років експлуатації швидкісної мережі Сінкансен обсяг пасажирських перевезень насилу утримується на досягнутому рівні, а вигоди від високошвидкісних ліній компенсували втрати від скорочення числа користувачів звичайними залізницями. Щодо вантажних перевезень, і до того незначних, то їх обсяг скоротився наполовину. Більше того, великий обсяг інвестицій призвів до занепаду залізниць країни під тягарем боргів, що накопичилися. Після відділення від пасажирських вантажні перевезення перебувають у кризовому стані і виживають лише за рахунок перевезень маршрутними поїздами і змішаними.

У Європі, де залізниці приступили до освоєння високошвидкісного руху через 15-20 років після Японії, ситуація не настільки драматична, але простежується та сама тенденція. Обсяг пасажирських перевезень, які отримували переважні інвестиції, зростав повільно, а вантажних перевезень за браком інвестицій або стабілізувався, або скоротився, за винятком кількох залізниць, де вони мають пріоритет.

Залізниці Китаю є єдиними зі змішаним рухом, де зниження обсягу вантажних перевезень не було. Уряд зажадав, щоб у всіх сферах діяльності залізниць пріоритет віддавався вантажним перевезенням, особливо вугілля, на якому тримається вся енергетика і народне господарство в цілому. В Індії ж, навпаки, подібно Японії і Європі, дилема вантажних і пасажирських перевезень вирішується на користь останніх.

У США, Канаді, Південній Америці, Австралії і на півдні Африки зростання обсягу вантажних перевезень не припинявся, тому що в них зацікавлена більшість залізниць. Щорічне зростання на 5% протягом останніх 15 років забезпечується, головним чином, завдяки різкому підвищенню продуктивності за рахунок залучення відправників масових вантажів [1].

Умови питання розмежування маршрутів вантажних і пасажирських поїздів були актуальними як в часи Радянського Союзу, так залишаються наявними і на території України. Тому розвитку теорії та практики технології перевізного процесу, а саме процесу взаємодії та взаємозалежності пасажирського і вантажного руху, приділяли увагу такі вчені та практики: Аветикян М.А., Бутько Т.В., Галабурда В.Г., Дерibas А.Т., Дьяков Ю.В., Жуковицький І.В., Кірпа Г.М., Куренков П.В., Нагорний Є.В., Негрей В.Я., Повороженко В.В., Поляков А.О., Резер С.М., Самсонкин В.М., Смахов А.О., Ходаківський О.М., Шибаєв О.Г., Яновський П.О. та інші.

В умовах державного регулювання тарифів та утримання їх на рівнях, однозначно нижчих за собівартість, всі види пасажирських перевезень, крім міжнародних, є збитковими. Таким чином, виходить, що основна частка прибутку припадає на роботу вантажних перевезень, у той час як пріоритетність у прямуванні за маршрутом віддається пасажирським поїздам. А при збільшенні співвідношення швидкості ходу пасажирських поїздів до швидкості вантажних має місце зростання затримок поїздів на проміжних станціях під обгоном пасажирськими через неідентичність графіка руху (див. рисунок) [2].

У 90-ті роки особливо великі надії в Україні та інших східноєвропейських країнах пов'язували з міжнародними транспортними коридорами (МТК). На конференції, що проходила в Афінах у жовтні 1996 року, в програму TRACECA (Transport Corridor Europe-Caucasus-Asia – транспортний коридор Європа – Кавказ – Азія) була включена Україна [3].

Через територію України проходило кілька транспортних коридорів, маршрут прямування яких пролягав по основних напрямках – Захід-Схід і з виходом у порти Одеси та Іллічівська.

Мета статті. На даному етапі експлуатації залізничних магістралей виходить, що основні напрямки залізничної мережі України охоплені пріоритетними маршрутами як вантажних, так і пасажирських поїздів. Причому і в першому, і в другому, випадку визначальним чинником є термін перебування в дорозі – вантажів або пасажирів. При цьому є ще чимала

кількість звичайних поїздів. Тобто йде зіткнення інтересів пасажирів і вантажовласників, яке вирішується в бік пасажирських перевезень, хоча з фінансового боку, окупність перевезень загалом забезпечується за рахунок перевезень вантажів. Тому метою даної статті є розгляд шляхів вирішення питання розмежування пасажирського та вантажного руху.

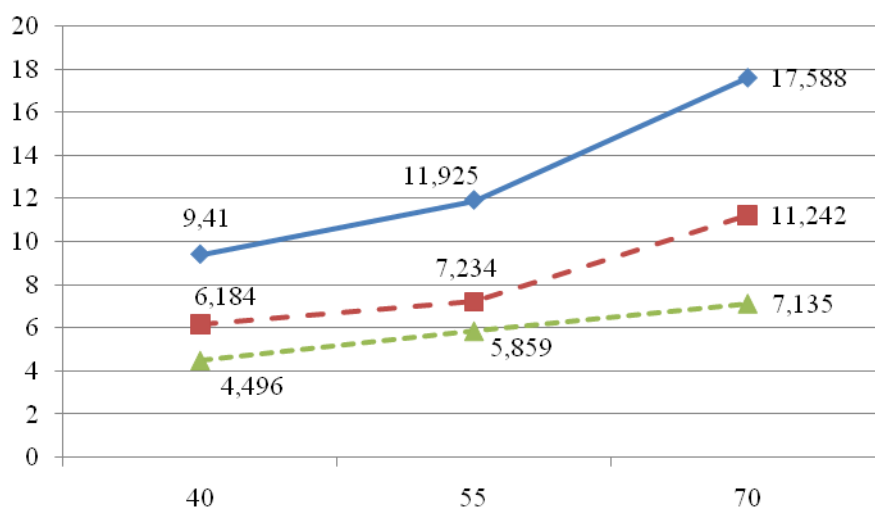


Рис. Середній час стоянок на станціях залежно від кількості довгосоставних поїздів на ділянці при співвідношенні швидкості ходу вантажного та пасажирського поїзда

Виклад основного матеріалу.

Враховуючи відмінності в категоріях поїздів, які переміщуються по одній ділянці, ставляться особливі вимоги до розрахунку як наявної, так і потрібної пропускних спроможностей залізничних ділянок.

Проте сама наявна пропускна спроможність залізничних ділянок не дає достатньо повної оцінки параметрів функціонування лінії, що впливають на якість перевізного процесу. Найбільш загальною характеристикою такої оцінки виступає рівень використання пропускної спроможності (коефіцієнт завантаження), що дозволяє визначити умови функціонування конкретних залізничних ділянок і цілих напрямків.

Точна оцінка рівня використання наявної пропускної спроможності залізничних ділянок та напрямків є фундаментальною основою для вирішення найважливіших експлуатаційних задач оперативного і стратегічного характеру. До числа таких завдань слід віднести:

- оперативне планування напрямів прямування поїздо- і вагонопотоків;
- розрахунки планів формування вантажних поїздів;
- планування капітальних вкладень у розвиток залізничних ділянок з метою нарощування їх пропускної і провізної спроможності;
- оцінка доцільності спеціалізації залізничних ліній за видами руху (вантажний, пасажирський).

При визначенні наявної пропускної спроможності, для вантажного руху або сумарної наведеної потрібної пропускної спроможності користуються коефіцієнтами знімання. Цей коефіцієнт показує, скільки вантажних поїздів (або пар поїздів) знімається з максимального графіка одним пасажирським поїздом (або парою поїздів). Знімання поїздів виходить внаслідок того, що частина пропускної спроможності дільниці при нормальному графіку займається пасажирськими поїздами і тому число вантажних поїздів виходить менше [4].

У загальному випадку прийнято вважати, що можлива пропускна спроможність залізничної дільниці по перегонах визначається максимальним числом вантажних поїздів (пар поїздів) встановлених ваги і довжини. Можлива провізна спроможність – це кількість тонн вантажу, що може бути пропущено або перевезено по дільниці в одиницю часу (доба, година) за даної технічної оснащеності і прийнятого способу організації руху поїздів.

Можлива пропускна спроможність залізниці залежить від числа головних колій, способу організації руху поїздів (прийнятого типу графіка руху), часу ходу поїздів по перегону, станційних і міжпоїзних інтервалів.

Розрахунок можливої пропускної спроможності дільниці по вантажному руху ($N_{сп}$) на розрахункові роки 2, 5, 10, 15

$$N_{сп\ 2,5,10,15} = \gamma N_{max} - (\varepsilon_{nc} N_{nc} + \varepsilon_{cb} N_{cb}), \quad (1)$$

де γ – коефіцієнт заповнення пропускної спроможності ділянок по перегонах;

ε_{nc} , ε_{cb} – коефіцієнти знімання, що показують, скільки пар вантажних поїздів знімає одна пара пасажирських і збірних поїздів;

N_{nc} , N_{cb} – число пар пасажирських і збірних поїздів на добу, що приймається на розрахункові роки.

Частина коефіцієнта знімання, не залежного від колійного розвитку ε_{nc}^H , складається з коефіцієнта основного знімання ε_o і коефіцієнта додаткового знімання ε_δ

$$\varepsilon_{nc}^H = \varepsilon_o + \varepsilon_\delta. \quad (2)$$

Коефіцієнт основного знімання залежить від часу ходу вантажного і пасажирського поїздів по дільниці і обмежуючому перегону, а також від взаємного розташування пасажирських поїздів на графіку руху поїздів.

Коефіцієнт додаткового знімання виникає при некратності періоду між зонами знімання суміжних пасажирських поїздів міжпоїзного інтервалу [5, 6].

На величину коефіцієнтів знімання впливають:

- 1) співвідношення швидкостей руху поїздів різних категорій;
- 2) кількість пасажирських поїздів;
- 3) кількість прискорених вантажних поїздів, які мають перевагу перед іншими поїздами;
- 4) неідентичність перегонів;
- 5) колійний розвиток проміжних станцій;
- 6) тип графіка руху поїздів.

Із вищесказаного випливає, що пріоритетність у переміщенні за маршрутом щодо вантажного руху, є тільки у прискорених поїздів. Решта категорій вантажних поїздів мають поступатися щодо переваги в прямуванні по дільниці пасажирським поїздам.

Таким чином, підвищення потужності залізниці може здійснюватися в такій послідовності:

- а) зміна графіка руху поїздів;
- б) зміна локомотива на більш потужний;
- в) зміна способу організації руху поїздів;
- г) застосування посиленої тяги;
- д) електрифікація лінії;

е) часткове укладання другої колії;
ж) будівництво суцільних других колій.

Повне розмежування пасажирського та вантажного руху – це процес, що потребує значних витрат часу та матеріальних коштів. Тому більш виправданим буде встановлення пріоритетності напрямків курсування пасажирських поїздів з метою максимально можливого вивільнення їх від вантажного руху та переведення вантажних поїздів на інші (паралельні) напрямки. Це дозволить застосувати для кожного виду перевезення оптимальне технічне обладнання, зменшити обсяги інвестицій у реконструкцію інфраструктури, підвищити швидкості руху та скоротити витрати на утримання колії в процесі експлуатації.

Висновки. Вихід із ситуації, що формувалася роками, може бути в поділі руху пасажирських і вантажних поїздів, тобто виділенні окремих залізничних колій для руху переважно пасажирських або вантажних поїздів.

Відповідно до прийнятої в країнах Європи та СНД практики рух пасажирських поїздів зі швидкістю до 140 км/год може відбуватися на існуючих лініях поруч з

вантажним рухом. У той же час дільниці, призначені для пропуску швидкісних поїздів зі швидкістю від 161 до 200 км/год, мають, як правило, звільнитися від вантажного руху для запобігання руйнування головної колії через надзвичайне навантаження на неї.

Таким чином, розділення пасажирського та вантажного руху – рішення не тільки вимушене, а й цілком економічно виправдане. При швидкісному русі пасажирських поїздів більш інтенсивно використовується рухомий склад, зменшується потреба в капіталовкладеннях на його придбання, зменшуються витрати на утримання інфраструктури з урахуванням швидкісного та великовагового руху, які мало сумісні. Використання залізничної колії окремо для руху пасажирських поїздів зменшує витрати на її ремонт і утримання. Така колія може служити без капітальної модернізації до 18 років, тоді як на справжніх змішаних коліях ремонт необхідно проводити кожні 4-5 років.

Теоретичний характер висновків вказує на необхідність подальших досліджень та розрахунків за темою.

Список літератури

1. Мировые тенденции в грузовых перевозках = Generale des Chemins [Электронный ресурс] // Transport.ru: отраслевой портал. – Режим доступа: http://www.transport.ru/2_period/rail/97_05/2.htm.
2. Фуфачева, М.В. Развитие методов этапного овладения перевозками на двухпутных линиях при обращении длинносоставных грузовых поездов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08: защищена 18.08.10 / М.В. Фуфачева; [Ур. гос. ун-т путей сообщ.]. – Иркутск, 2010. – 21 с.
3. Дергаусов, М. Международные транспортные коридоры и Украина [Текст] / М. Дергаусов // Восток (Oriens). – 2002. – № 1 (44). – С. 13-17.
4. Технический железнодорожный словарь [Текст]: Государственное транспортное железнодорожное издательство / Н.Н. Васильев, О.Н. Исаакян, Н.О. Рогинский, Я.Б. Смолянский, В.А. Сокович, Т.С. Хачатуров. – М.: Транспорт, 1961. – 560 с.
5. Грунтов, П.С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте [Текст] / П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, А.М. Макаровичкин [и др.]; под ред. П.С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

6. Кудрявцев, В.А. Организация управления движением на железнодорожном транспорте [Текст] / В.А. Кудрявцев, В.И. Бадах, К.А. Белов [и др.]; под ред. В.А. Кудрявцева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 432 с.

Ключові слова: пасажирське сполучення, вантажне сполучення, пропускна спроможність, коефіцієнт знімання.

Анотації

Залізниці зі змішаним рухом змушені миритися з пріоритетом пасажирських перевезень у всіх сферах діяльності, хоча досвід показує, що вантажні перевезення розвиваються швидше. У даній статті розглянуті недоліки спільного використання напрямків під вантажний і пасажирський рух і перспективи розмежування маршрутів вантажних і пасажирських поїздів.

Железные дороги со смешанным движением вынуждены мириться с приоритетом пассажирских перевозок во всех областях деятельности, хотя опыт показывает, что грузовые перевозки развиваются быстрее. В данной статье рассмотрены недостатки совместного использования направлений под грузовое и пассажирское движение и перспективы размежевания маршрутов грузовых и пассажирских поездов.

Railways mixed traffic to contend with the priority of passenger traffic in all areas, although experience shows that freight develop faster. This article describes the drawbacks of sharing destinations for cargo and passenger traffic and prospects demarcation route freight and passenger trains.

УДК 656.212.7

Канд. техн. наук О.М. Костенніков

Cand. of techn. sciences O.M. Kostennikov

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТИВНИХ ПРАЦІВНИКІВ ПРИ ВИКОНАННІ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПОЛІГОНАХ

FORMING A SYSTEM OF DECISIONMAKING OF OPERATIONAL STAFF DURING LOCAL WORK USAGE ON RAILWAY POLIGONS

Представив д-р техн. наук, професор А.М. Котенко

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. На сьогодні організація місцевої роботи провадиться диспетчером відповідно до

ситуації, що є на дільниці, не враховуючи техніко-економічні показники ефективності по призначенню вивізного поїзда, диспетчерського локомотива, збірного поїзда і ін., що є суттєвим недоліком в

оперативному управлінні місцевою роботою. Отже, виникає необхідність створення системи, що в автоматичному режимі визначатиме оптимальні регульовальні заходи щодо раціональної підв'язки локомотивів під місцеві состави для формування збірних та вивізних поїздів, ступінчатих маршрутів, призначення диспетчерських локомотивів.

Мета дослідження. Розробити пропозиції щодо формування системи підтримки прийняття рішень оперативних працівників при виконанні місцевої роботи на залізничних полігонах.

Виклад основного матеріалу. При побудові системи підтримки прийняття рішень (СППР) необхідно дотримуватися таких основних принципів: дружність по відношенню до користувача, відкритість, модульність і можливість реконфігурації системи, можливість вибору алгоритму вирішення поставленої задачі, здатність аналізу своїх дій, можливість придбання і формалізації нових знань [1,2].

Дружність системи по відношенню до користувача передбачає високий рівень адаптації системи до його вимог. Реалізація даного принципу дозволяє використовувати розроблену СППР спеціалістами, які не мають поглиблених знань у сфері комп'ютерних технологій. Адаптація досягається шляхом використання в системі діалогового режиму і зручного інтерфейсу для людини, яка приймає рішення (ЛПР).

Відкритість системи досягається можливістю розширення кола задач, які вирішує СППР шляхом використання для різних задач загального математичного апарату, програмного забезпечення конфігурації системи. Реалізація даного принципу також дозволяє легко адаптуватися СППР до нових задач, що досягається за допомогою доповнення системи новими даними, знаннями, моделями, а також математичними методами, які використовуються при формалізації знань та прийнятті рішень.

Модульність забезпечує декомпозицію задач, що вирішуються при проектуванні і розширенні функціональних можливостей системи. Даний принцип передбачає побудову СППР із окремих функціональних модулів, що взаємодіють між собою. Це дає можливість легко вносити зміни в склад кожного модуля, зберігаючи структуру системи і існуючі між модулями взаємозв'язки.

Реконфігурація надає можливість зміни конфігурації системи з метою адаптації до нових умов або типу завдання, що вирішується. Можливість вибору алгоритму вирішення задачі забезпечує визначення системою за участю ЛПР методології вирішення поставленого завдання. Можливість аналізу своїх дій надає ЛПР можливість отримати в зручній для розуміння формі і термінології пояснення знань СППР і рішення, яке приймається системою. Можливість надбання формалізації нових знань забезпечує поповнення бази знань не тільки працівниками СППР, але і самою системою в процесі функціонування.

Система управління базою даних (СУБД) забезпечує задоволення інформаційних потреб СППР шляхом надання ЛПР та іншим функціональним модулям системи можливостей швидкого доступу до даних для отримання інформації, що використовується при прийнятті рішень [3]. Тому СУБД відповідає не тільки за зберігання відповідної моделі подання даних, але й за роботу даних різних програм та користувачів.

Отже, на основі вищезазначеного можна зробити висновок про необхідність побудови СППР модульного типу, де кожен окремий модуль буде вирішувати поставлені задачі.

У завдання системи входить реалізація апарату підтримки оперативних рішень поїзного диспетчера, що керує місцевою роботою дільниці. Це втілюється у вигляді оцінки ситуації, яка виникає в

процесі роботи, та використовуючи минулий досвід запропонувати найбільш раціональний варіант організації місцевої роботи.

$$J = \text{extr}[F(x, y, z, t)]; \quad (1)$$

$$x \in R[x], y \in R[y], z \in R[z], t \in \Delta T, \quad (2)$$

де x, y, z – функції, які характеризують входи, виходи та внутрішній стан системи на розгляданому інтервалі часу ΔT ;

$R[x], R[y], R[z]$ – обмеження, що накладаються на дані функції.

Ефективність заходів щодо ефективного управління місцевою роботою в значній мірі пов'язана з обґрунтованістю прийнятих рішень щодо вибору типу поїзда для обслуговування станцій дільниці, виду локомотивів, що працюють на дільниці. Накопичений досвід моделювання великих систем та складних технологічних процесів дозволяє створювати СППР, що не тільки надають користувачу всю необхідну для прийняття рішень інформацію, але і забезпечують самостійне формування обґрунтованого рішення з кількісною оцінкою критерію, що характеризує його оптимальність [4].

Основу архітектури СППР старшого поїзного диспетчера (рис. 1) складають моделюючий, вирішальний, інформаційний та керуючий модулі, а також модуль організації діалогу та введення в систему інформації про розміщені в межах дільниці станції. Для зв'язку між модулями використовується інформаційно-керуюча системна шина, яка забезпечує передачу керуючих сигналів та інформації, що необхідна для вирішення поставлених перед системою задач [5].

Під оптимізаційними задачами в СППР маються на увазі мінімальний за витратами вибір станцій, які обслуговуються ступінчастими маршрутами, збірними поїздами, вивізними та диспетчерськими локомотивами. Метою

Критерій оптимальності рішення, що приймається, з ефективного управління системою на деякому часовому інтервалі можна записати в такому вигляді:

раціоналізації є пошук одного з множини варіантів обслуговування станцій дільниці. Залежно від задачі, яка вирішується, запропонований користувачу варіант має забезпечувати мінімально можливий, при заданих обсягах, простій вагонів при мінімальних витратах.

Ще однією функцією вирішального модуля є аналіз запропонованих системою та людиною варіантів вирішення кожної із задач, що розглядаються. Після отримання від системи рекомендованого варіанта, людині, яка приймає рішення (ЛПР), надається можливість або погодитися з запропонованим СППР варіантом, або змінити його на свій розсуд, попередньо оцінивши за допомогою системи обґрунтованість прийнятого рішення.

Інформаційно-інтелектуальний модуль СППР зберігає необхідні для функціонування системи бази даних, а також базу знань, яка призначена для зберігання основаних на досвіді спеціалістів алгоритмів, які використовуються в процесі прийняття рішень. Для зберігання даних у системі створено декілька баз, сформованих з урахуванням виду інформації, що надається користувачу.

Нові інформаційні технології автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ) забезпечують ведення вищезазначених баз даних та містять повну інформацію про поїзди, вагони, станції і ін. Інформація в БД АСК ВП УЗ постійно оновлюється та підтримується в актуальному стані [6].

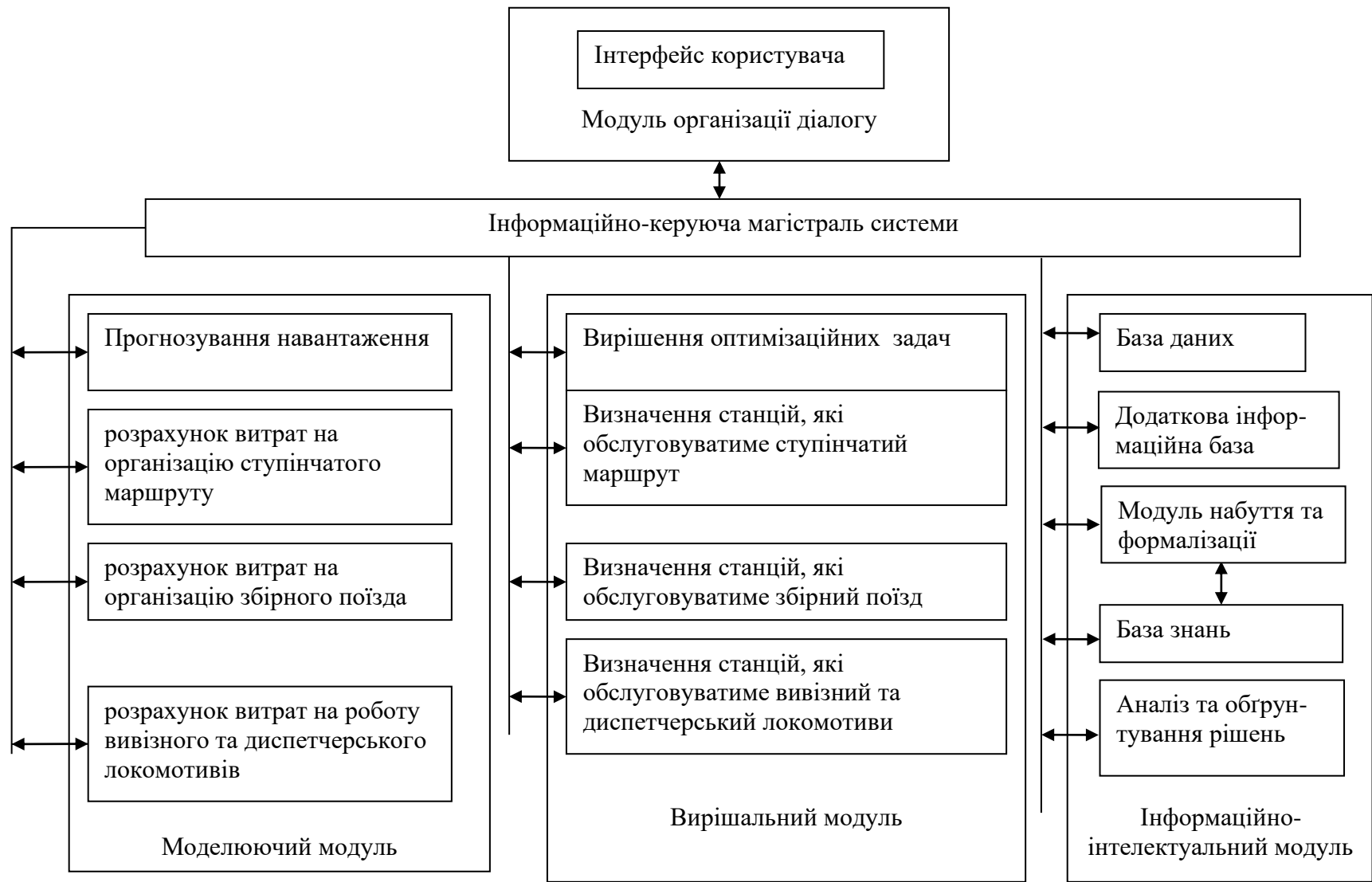


Рис. 1. Функціональна схема системи підтримки прийняття рішень у задачах управління місцевою роботою на залізничних полігонах

Розгалуженість інформаційної бази АСК ВП УЗ дозволяє побудувати схему передачі інформації та організації БД у розробленій СППР (рис. 2).

За допомогою вищенаведеної схеми будь-який працівник може отримати потрібну інформацію відповідно до прав

доступу до бази даних системи. Це дозволить вирішити проблему оперативної перевірки з боку керівництва, оскільки дає можливість у будь-який зручний момент часу отримати доступ до даних будь-якої станції або лінійного об'єкта.

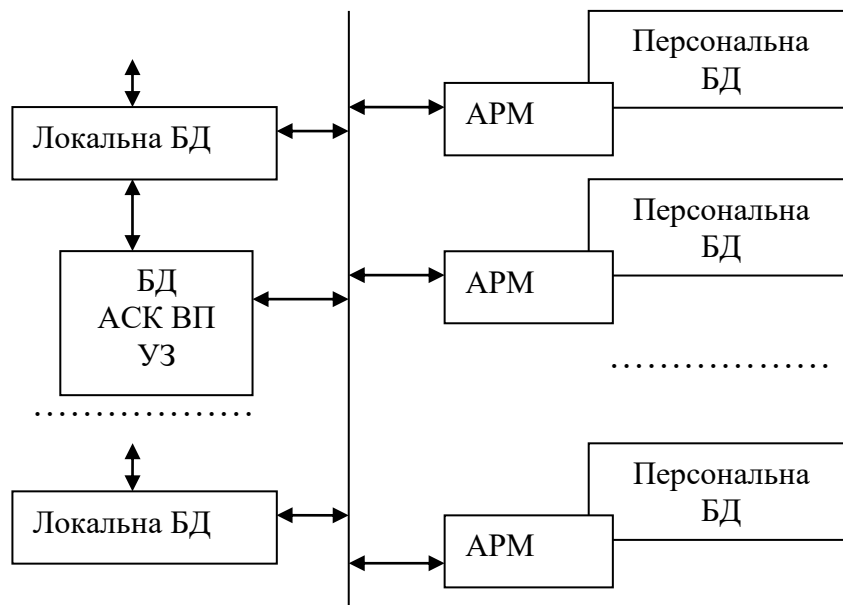


Рис. 2. Схема передачі інформації при функціонуванні СППР

Для перетворення повідомлень системи АСК ВП УЗ у запит бази даних для здійснення вибірки необхідних даних до розробленої СППР існує розроблений пристрій узгодження. Основна функція такого пристрою – перетворення даних системи АСК ВП УЗ у запит бази даних.

Додаткова інформаційна база використовується для зберігання інформації, що безпосередньо не бере участі при вирішенні поставлених СППР задач, але є необхідною для користувача. Наприклад, такою інформацією можуть бути: відомості різних нормативних актів, вказівок, інструкцій, даних про проведення організаційно-профілактичних заходів і т.д., що використовуються як нагадування для користувача СППР.

Всі програми, які входять у СППР, виконані з використанням методу структурованого програмування у вигляді окремих, призначених для вирішення конкретної задачі, функціонально орієнтованих модулів. Об'єднання програмних компонент виконується шляхом спеціальної конфігураційної програми, яка забезпечує побудову та функціонування СППР відповідно до архітектури, яка запропонована на рис. 1. Розроблена СППР реалізована в середовищі пакета прикладних програм Matlab та оптимізована для роботи в операційному середовищі Microsoft Windows.

Отже, СППР спочатку визначає кількість вагонів під навантаження для кожного клієнта всіх станцій полігону

дирекції залізничних перевезень (ДН) [9]. На наступному етапі автоматизована система визначає бальні характеристики лінійних об'єктів, з яких буде вивозитися місцевий вантаж [7].

Встановлення розробленої автоматизованої системи підтримки прийняття рішень передбачається на автоматизованому робочому місці старшого поїзного диспетчера, оскільки, як зазначалося раніше, саме він повинен забезпечити узгоджену роботу усього полігону ПД при виконанні

експлуатаційного процесу, в тому числі й місцевої роботи.

Робота з СППР виконується за допомогою спеціального інтерфейсу (рис. 3). Відповідно до розробленої моделі управління місцевою роботою на диспетчерській дільниці [7] та методики техніко-економічної оцінки доцільності призначення певних категорій поїздів [8] виконано моделювання на досліджуваному полігоні. Таким полігоном стала Полтавська дирекція залізничних перевезень Південної залізниці (рис. 3).

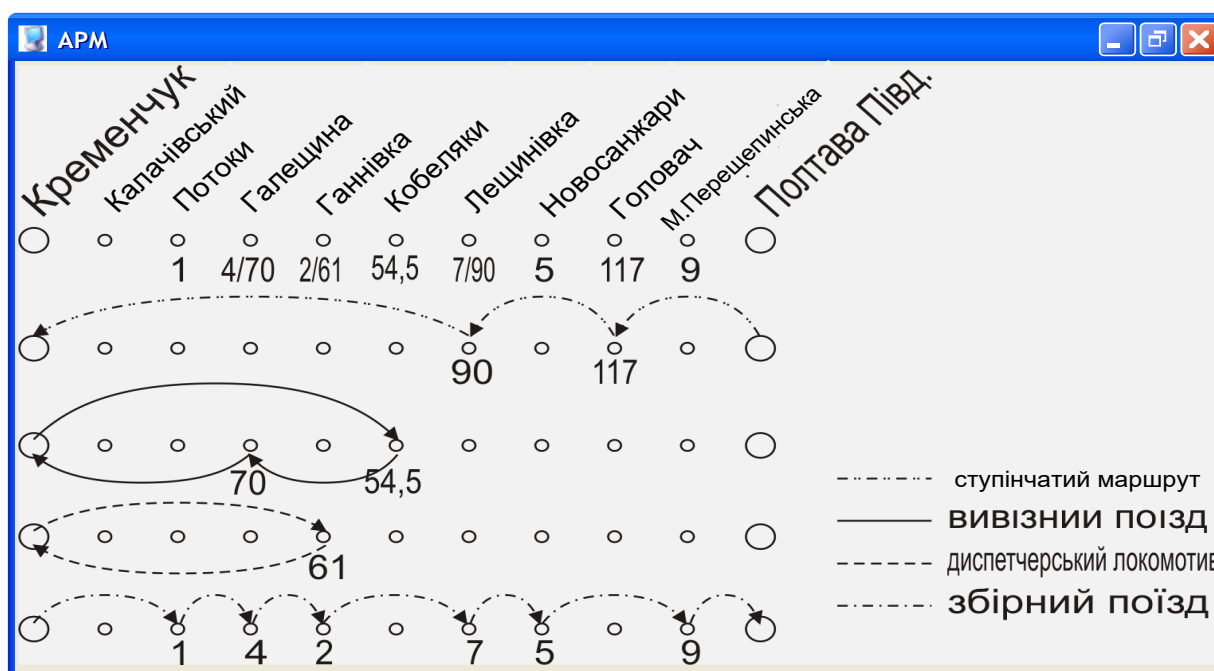


Рис. 3. Фрагмент інтерфейсу робочого місця старшого поїзного диспетчера з результатами моделювання управління місцевою роботою на дільниці Кременчук – Полтава-Південна

Висновки та перспективи подальших досліджень. На основі аналізу існуючих технологій формування системи підтримки прийняття рішень для зменшення впливу «людського фактора» при управлінні місцевою роботою у складній підсистемі, до якої доцільно віднести полігон дирекції залізничних перевезень, запропоновано удосконалену структуру інформаційно-керуючої системи полігону дирекції залізничних перевезень

та додатковий комплекс задач. Запропонована автоматизована технологія управління місцевою роботою дозволяє раціонально з мінімальними експлуатаційними витратами використовувати рухомий склад, зокрема мінімізувати непродуктивні простой вагонів на станціях навантаження та пробіги локомотивів.

Сформований графічний інтерфейс для автоматизованого робочого місця старшого поїзного диспетчера та поїзного

диспетчера являє собою добовий план місцевої роботи полігону дирекції залізничних перевезень з поїздами різних категорій. Для більш ефективної роботи

доцільно передбачити безпосереднє дублювання вхідної інформації з АРМ старшого поїзного диспетчера (ДНЦС) до АРМ поїзного диспетчера (ДНЦ).

Список літератури

1. Змитрович, А.И. Интеллектуальные информационные системы [Текст] / А.И. Змитрович. – Минск: ТетраСистемс, 1997. – 367 с.
2. Синюк, В.Г. СППР: основные понятия и вопросы применения [Текст] / В.Г. Синюк, А.П. Котельников. – Белгород, 1998. – 79 с.
3. Parsaye, K.A. Characterization of Data Mining Technologies and Processes/ K.A. Parsaye // The Journal of Data Warehousing. – 1998. – № 1. – P. 12-24.
4. Матвеев, Л.А. Информационные системы: Поддержка принятия решений [Текст] / Л.А. Матвеев. – С.Пб., 1996. – 242 с.
5. Меркулов, А.В. Применение компьютерных технологий при создании сложных информационно-управляющих систем на железнодорожном транспорте [Текст] / А.В. Меркулов. – Ч. 1,2. – Хабаровск: ДВГУПС, 2003. – 382 с.
6. Атре, Ш. Структурный подход к организации баз данных [Текст] / Ш. Атре. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 320 с.
7. Костенніков, О.М. Формалізація технології організації місцевої роботи на полігоні дирекції залізничних перевезень [Текст] / О.М. Костенніков // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 27-34
8. Запара, В.М. Регулювальні заходи для оперативного управління місцевою роботою при збільшенні обсягів перевезень сезонних вантажів [Текст] / В.М. Запара, Д.І. Мкртичян, О.М. Костенніков, О.В. Ковальова // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 111. – С. 48-57.
9. Мкртичян, Д.І. Розроблення математичної моделі прогнозування обсягів навантаження з використанням нейро-нечіткого моделювання [Текст] / Д.І. Мкртичян, О.В. Розсоха, О.М. Костенніков, С.А. Ільченко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 45-51.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, місцева робота, оптимальний план роботи, старший поїзний диспетчер, автоматизоване робоче місце.

Анотації

Запропоновано удосконалену структуру інформаційно-керуючої системи полігону дирекції залізничних перевезень та автоматизовану технологію управління місцевою роботою, що дозволяє раціонально з мінімальними експлуатаційними витратами використовувати рухомий склад, зокрема мінімізувати непродуктивні простой вагонів на станціях навантаження та пробіги локомотивів. Сформований графічний інтерфейс на автоматизоване робоче місце старшого поїзного диспетчера та поїзного диспетчера являє собою добовий план місцевої роботи полігону дирекції залізничних перевезень з поїздами різних категорій.

Предложена усовершенствованная структура информационно-управляющей системы полигона дирекции железнодорожных перевозок и автоматизированная технология

управления местной работой, что позволяет рационально с минимальными эксплуатационными затратами использовать подвижной состав, в частности минимизировать непроизводительные простои вагонов на станциях погрузки и пробеги локомотивов. Сформированный графический интерфейс на автоматизированное рабочее место старшего поездного диспетчера и поездного диспетчера представляет собой суточный план местной работы полигона дирекции железнодорожных перевозок с поездами различных категорий.

Offered to improve the structure of management information system landfill management of rail transportation and automated technology management in local work, which allows efficiently with minimal operating costs to use the particular stock to minimize unproductive downtime at the station for loading and runs locomotives. Formed workstation senior train dispatcher and train dispatcher is a daily local work plan landfill management of rail transportation with trains of different categories.

УДК 658.7:656.2

Канд. техн. наук Г.С. Бауліна

Cand. of techn. sciences G.S. Baulina

ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ

THE MODEL CREATION OF FUNCTIONING THE TRANSPORT AND LOGISTICS CENTRE

Представив д-р техн. наук, професор А.М. Котенко

Вступ. Сучасний стан залізничної галузі вимагає формування транспортно-логістичної інфраструктури. Її головними елементами є транспортно-логістичні центри (ТЛЦ), які останнім часом активно створюються та розвиваються. Використовуючи наявну інфраструктуру, ТЛЦ значно підвищують якість послуг та сукупний обіг вантажоперевезень за рахунок залучення додаткової клієнтури.

Постановка проблеми. Створення транспортно-логістичних центрів дозволяє вирішити проблему доставки вантажів від постачальника до споживача в найкоротші терміни і з найменшими фінансовими витратами. У зв'язку з цим для того, щоб оптимально використовувати свої

складські, інформаційні, технічні та людські ресурси, необхідний постійний моніторинг та планування роботи ТЛЦ. У результаті при прийнятті якісних рішень, які визначають структуру та стратегію роботи транспортно-логістичного центру, виникає необхідність у формуванні гнучкої оптимізаційної моделі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням роботи логістичних центрів та ефективності їх роботи останнім часом приділяється чимало уваги. У роботі [1] розглянуто систему оцінки ефективності функціонування транспортно-логістичного центру та запропоновано комплексний показник для оцінки його ефективності. У

дослідженнях [2] сформовано модель оптимізації логістики контейнерних перевезень з урахуванням витрат при складуванні на контейнерному терміналі на основі статистичних методів розрахунку. Теоретико-методологічні основи підвищення ефективності роботи транспортно-логістичної системи з мінливою структурою, що взаємодіє із зовнішнім середовищем, розглянуто у роботі [3]. Сутність досліджень [4] полягає у вирішенні задачі оптимального розміщення у вузлі транспортного логістичного центру та вибору його основних параметрів. У роботі [5] запропоновано структуру логістичного управління, що включає диспетчерські, ситуаційні та інформаційно-аналітичні центри управління з урахуванням взаємодії різних типів потоку та різних видів транспорту.

Отже, в зазначених дослідженнях питання оптимізації роботи транспортно-логістичного центру не отримало достатнього висвітлення.

Формулювання мети (постановка завдання). Метою наукової роботи є вирішення задачі формування оптимізаційної моделі функціонування транспортно-логістичного центру, що враховує багатопараметричність, багатокритеріальність та невизначеність вихідної інформації. У моделі необхідно враховувати нестационарність перебігу виробничих процесів, що обумовлено факторами зовнішнього середовища, а також імовірнісну природу [6,7]. Серед цих факторів можна виділити нерівномірність надходження транспортних засобів та вантажів, змінення вимог вантажовласників, пов'язаних з наданням послуг, відмови в роботі навантажувально-розвантажувальної техніки.

Викладення основного матеріалу. Транспортно-логістичний центр належить до класу складних динамічних систем, компоненти яких мають між собою стохастичні функціональні зв'язки. Ці

зв'язки слабо структуровані і їх формалізація складає значні труднощі.

Методи оптимізації транспортно-логістичного центру мають враховувати основне призначення логістики – досягнення синергетичного ефекту у підвищенні якості організації обслуговування замовлень при оптимальному використанні всіх видів ресурсів ТЛЦ. Отже, задача оптимізації роботи ТЛЦ є багатокритеріальною, а вибір критеріїв оптимізації та умов обмежень для кожного центру може бути унікальним. Але ряд критеріїв оптимальності можна використовувати у моделі будь-якого логістичного центру.

Цільова функція моделі функціонування ТЛЦ має такий вигляд:

$$R(t) = F[N(t), P(t), V(t), H(t)], \quad (1)$$

де $N(t)$ – вектор параметрів, що відображає вхідний потік замовлень;

$P(t)$ – вектор параметрів, що характеризують структуру та оснащеність ТЛЦ;

$V(t)$ – вектор параметрів, що відображає графік роботи ТЛЦ та організацію обробки замовлень;

$H(t)$ – вектор параметрів, що характеризують обсяг послуг, які пропонуються ТЛЦ своїм клієнтам.

Вектор вхідного потоку містить такі параметри:

$$N(t) = [N_{кл}(t), N_3(t), N_{об}^{max}(t), N_6^{max}(t)], \quad (2)$$

де $N_{кл}(t)$ – кількість клієнтів;

$N_3(t)$ – кількість замовлень в одиницю часу;

$N_{об}^{max}(t)$ – максимальний обсяг замовлення;

$N_6^{max}(t)$ – максимальна вага замовлення.

Даний вектор параметрів необхідно буде змінювати в процесі оптимізації

моделі, для оцінки реакції ТЛЦ на змінення параметрів вхідного потоку.

Вектор параметрів, що характеризують структуру та оснащеність транспортно-логістичного центру,

$$P(t) = [P_{скл}(t), P_n(t), P_{перс}(t), P_{мех}(t)], \quad (3)$$

де $P_{скл}(t)$ – вид складування;

$P_n(t)$ – кількість та продуктивність пунктів навантаження та вивантаження;

$P_{перс}(t)$ – кількість та продуктивність персоналу, зайнятого у різних відділах центру;

$P_{мех}(t)$ – кількість та продуктивність засобів механізації.

Вектор структури ТЛЦ та організації обробки замовлень

$$V(t) = [V_n(t), V_{мех}(t), V_{np}(t), V_{вив}^{зб}(t), V_{зб}^{нав}(t)], \quad (4)$$

де $V_n(t)$ – час роботи пунктів навантаження, розвантаження;

$V_{мех}(t)$ – час роботи засобів механізації;

$V_{np}(t)$ – час роботи працівників ТЛЦ;

$V_{вив}^{зб}(t)$ – шлях просування вантажу від місця вивантаження до місця зберігання;

$V_{зб}^{нав}(t)$ – шлях просування вантажу від місця зберігання до місця навантаження.

Даний вектор параметрів є основним механізмом оптимізації процесу функціонування ТЛЦ.

Вектор параметрів, що характеризують обсяг послуг, які пропонуються ТЛЦ своїм клієнтам,

$$H(t) = [H_е(t), H_m(t), H_{обл}(t)], \quad (5)$$

де $H_е(t)$ – види послуг, що пропонує ТЛЦ;

$H_m(t)$ – тарифи на послуги ТЛЦ;

$H_{обл}(t)$ – необхідне обладнання для реалізації всього комплексу послуг.

Як обмеження моделі можна розглядати функціональні ресурси ТЛЦ, потреби замовників та інше.

Після визначення параметрів цільової функції логістичного центру необхідно встановити критерії оцінки ефективності його роботи. Ефективність роботи ТЛЦ можна оцінити відповідно до таких ключових критеріїв, як: обсяг наданих послуг, дохід від обробки замовлення, витрати на обробку замовлення і тривалість обробки замовлення.

Критерії можна подати у такому вигляді:

$$\begin{cases} H(t) \rightarrow opt \\ \sum_i^r D_i \rightarrow \max \\ \sum_i^r C_i \rightarrow \min \\ \sum_i^r T_i \rightarrow \min \end{cases} \quad (6)$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} \sum_i^r C_i \leq 3_i, i = 1...m \\ T_i \leq T_n \end{cases}, \quad (7)$$

де r – кількість замовлень;

D_i – дохід від обробки i -го замовлення;

C_i – витрати на обробку i -го замовлення;

T_i – тривалість обробки i -го замовлення;

3_i – сумарні кошти, виділені на обробку i -го замовлення;

T_n – нормативний час на обробку замовлення.

Обсяг наданих послуг є якісним показником. Будемо вважати, що цей обсяг є незмінною й оптимальною для ТЛЦ і його клієнтів величиною.

Дохід від обробки замовлення

$$D = D_{скл} + D_{зб} + D_{пл} + D_{доод}, \quad (8)$$

де $D_{скл}$ – дохід від складування вантажу;

$D_{зб}$ – дохід від зберігання вантажу;

$D_{пл}$ – дохід від планування доставки вантажу;

$D_{доод}$ – дохід від додаткових послуг ТЛЦ.

Витрати на обробку замовлення

$$C = C_{скл} + C_{транс} + C_{зб} + C_{пл} + C_{як.в} + C_{доод}, \quad (9)$$

де $C_{скл}$ – витрати на складування вантажу;

$C_{транс}$ – витрати на транспортування вантажу у складі ТЛЦ;

$C_{зб}$ – витрати на зберігання вантажу;

$C_{пл}$ – витрати на планування доставки;

$C_{як.в}$ – витрати, пов'язані з якістю сервісу (повернення вантажу);

$C_{доод}$ – витрати на додаткові послуги.

Мінімізація витрат на обробку замовлення є одним з найважливіших критеріїв оптимізації роботи ТЛЦ.

Тривалість обробки і-го замовлення є також однією з вагомих величин, що визначає узгодженість роботи ТЛЦ всередині логістичної системи. В

ідеальному випадку ТЛЦ повинен виконувати замовлення точно в строк, який визначає вантажовідправник.

Аналіз роботи ТЛЦ показує, що логістичні центри являють собою складні об'єкти управління, які характеризуються великою кількістю технологічних зв'язків між окремими технологічними зонами. Складність технології ТЛЦ, випадковий характер вхідних потоків вантажів і транспорту, велика кількість обмежень та факторів, що обумовлені технологічним регламентом та визначають ефективність роботи об'єкта управління, а також наявність чисельних залежностей між цими факторами викликають значні труднощі при формуванні оптимізаційної моделі функціонування транспортно-логістичного центру. Крім цього, розмірність та складність збільшуються у випадку оцінки ефективності роботи ТЛЦ в умовах множини критеріїв, що характеризують якість його роботи.

Висновки. Отже, при формуванні оптимізаційної моделі роботи транспортно-логістичного центру найбільш ефективним слід вважати багаторівневий системний підхід, при якому задача подається у вигляді ієрархічної системи більш простих підзадач, вирішення яких адекватно вирішенню загальної задачі.

Список літератури

1. Науменко, М.А. Система оценки эффективности функционирования транспортно-логистического центра [Текст] / М.А. Науменко, Т.В. Коновалова // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 3. – С. 62-65.
2. Забелин, М.А. Математическая модель оптимизации логистики контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте [Текст] / М.А. Забелин // Транспорт: наука, техника, управление. – М.: ВИНТИ, 2009. – № 3. – С. 14-18.
3. Корчагин, В.А. Математическая модель управления грузовыми транспортно-логистическими системами с переменной структурой [Текст] / В.А. Корчагин, С.А. Ляпин, Ю.Н. Ризаева, Е. А. Лебедев // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 3. – С. 30-32.
4. Резер, С.М. Математическое моделирование логистической системы управления перевозками [Текст] / С.М. Резер, Т.Т. Куанышева // Транспорт: наука, техника, управление. – М.: ВИНТИ, 2008. – № 8. – С. 14-18.

5. Куренков, П.В. Логистизация управления грузовыми перевозками при взаимодействии различных типов потоков и различных видов транспорта [Текст] / П.В. Куренков, В.П. Мохонько, Ю.А. Полянский // Системная логистика и центр консолидации грузопотоков на международных трассах: труды II Междунар. науч.-практ. конф. – Самара, 2003. – Вып. 1. – С. 32-56.

6. Гилл, Ф. Практическая оптимизация [Текст] / Ф. Гилл, У. Мюррей, М. Райт. – М.: Мир, 1985. – 509 с.

7. Карманов, В. Г. Математическое программирование [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Карманов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 264 с.

Ключові слова: транспортно-логістичний центр, оптимізаційна модель, багатопараметричність, багатокритеріальність.

Анотації

У роботі розглянуто формування моделі транспортно-логістичного центру, що враховує багатопараметричність та невизначеність вхідної інформації. Визначено критерії оцінки ефективності роботи транспортно-логістичного центру.

В работе рассмотрено формирование модели транспортно-логистического центра, которая учитывает многопараметричность и неопределенность исходной информации. Определены критерии оценки эффективности работы транспортно-логистического центра.

In this work we consider the creation of model the transport and logistics center, which takes into account a lot of parametrics and indeterminacy of source information. The criteria for evaluation of work efficiency of transport and logistics center are identified.

УДК 618.518:656.22

Асист. Я.В. Запара

Assist. Y.V. Zapara

РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ АРМ ВУЗЛОВОГО ДИСПЕТЧЕРА ПРИ ПЛАНУВАННІ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ

THE EXTENSION OF TECHNOLOGICAL PROBLEMS ARM NODE MANAGER IN THE PLANNING OF THE WORK TECHNOLOGY

Представив д-р техн. наук, професор О.М. Озар

Вступ. Автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є) потребує постійного вдосконалення. На викорис-

танні даної системи побудовані організація, контроль та керування виробничим процесом вантажних перевезень залізниць. У наш час актуальним питанням є

впровадження та вдосконалення інформаційно-керуючих систем диспетчерського керування, які дозволяють під контролем людини безпосередньо впливати на технологію роботи.

Зважаючи на те, що вантажний вагон до 80 % часу свого обігу, включаючи вантажні операції, перебуває на станціях у залізничних вузлах, а обіг вантажного вагона у 2012 році склав 6,15 доби, що на 0,3 доби більше, ніж у 2011 році, можна зробити висновок, що ефективність використання вагонного парку знаходиться не на належному рівні, існують недоліки у роботі станцій та залізничних вузлів. Отже, дане дослідження можна вважати актуальним.

Аналіз досліджень і публікацій.

Незважаючи на велику кількість публікацій з питань організації місцевої роботи [1,2], це питання залишається одним із важливих і складних завдань у теорії і практиці планування вантажних перевезень. Існуючі функції автоматизованих робочих місць (АРМ) диспетчерського персоналу залізниць у повній мірі не дають можливості ефективного керування вагонопотоками в частині короткочасного та довгострокового планування технології роботи, корегування технології роботи та оцінки завантаженості елементів вузла.

Формування цілей (постановка завдання). Мета – дослідження питань розширення технологічних задач у частині планування технології роботи у залізничному вузлі, які виконує АРМ вузлового диспетчера (ДНЦ), що входить до складу АСК ВП УЗ-Є.

Виклад основного матеріалу. Для цілісної оцінки поїзної ситуації в АРМ ДНЦ є можливість отримання інформаційних довідок із сайту ЦД, а саме – оперативна модель Укрзалізниці; поїзний стан на залізниці; оперативний план формування поїздів (ПФП); технічний стан вагонного парку; технічне, оперативне планування, аналіз поїзної та вантажної роботи; схема залізниць; автоматизована

система управління вантажопотоками на залізницях України; управління вагонними парками (оперативний контроль, пономерний облік, аналіз); контроль навантаження та вивантаження на залізницях України тощо.

Перелічена інформація може бути використана для СППР ДНЦ при плануванні технології роботи. Проведені дослідження місцевої роботи на елементах вузла, які дозволили виявити «вузькі» місця в роботі, що безпосередньо впливають на ефективність роботи вузлового диспетчера. Серед них – планування розвозу і передачі місцевого вантажу у вузлі.

Оцінка стану місцевої роботи на дільниці (в тому числі місцевих для дільниці, місцевих для сусідніх дільниць, місцевих для сусідніх дирекцій) складається з таких операцій: запиту з електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) довідки про наявність місцевих вагонів; очікування отримання довідки; отримання довідки; друкування довідки; аналізу інформації, отриманої з довідки про наявність місцевих вагонів.

Прибуття вантажних поїздів на адресу вузлових станцій починається з надання інформації про підхід до цих станцій вузловим диспетчером

$$t_n^{cm} = (n_{n-с} \cdot t_n^{cm} + t_{оф}^{nep}) \cdot n_{cm}^с, \quad (1)$$

де $n_{n-с}$ – кількість поїздів, які прямують у напрямку вузлової станції протягом періоду;

t_n^{cm} – час на надання інформації про підхід поїздів на адресу чергового по станції (ДСП) чи маневрового диспетчера вузлової станції, хв;

$t_{оф}^{nep}$ – час на оформлення в журналі форми ДУ-58 диспетчерського наказу про підхід поїздів до вузлової станції за період, хв;

$n_{cm}^с$ – кількість вузлових станцій, які входять до складу диспетчерської дільниці.

У свою чергу час на надання інформації про підхід поїздів складається з часу на виконання таких операцій: запиту інформації з АРМів про склад поїзда; очікування отримання інформації; аналіз отриманої інформації, планування часу підведення поїзда до вузлової станції; виклик ДСП по селекторному зв'язку; відповідь ДСП по селекторному зв'язку; надання інформації про склад поїзда; переговори з ДСП у частині планування

$$t_{np}^{nl} = n_n^{cm} \cdot t_{nidx}^{cm} + n_n^{zd} \cdot t_{nidx}^{\partial ucn} + n_n^{np} \cdot t_{omp}^{\partial ucn} + (n_n^{cm} + n_n^{zd} + n_n^{np}) \cdot t_n, \quad (2)$$

де t_n – час на реєстрацію в журналі диспетчерських розпоряджень форми ДУ-58 наказу на підхід одного поїзда, хв.

Планування відправлення поїздів з вузлових станцій за часовими періодами виконується по 3-годинному періоду і складається з виконання таких операцій: отримання «наряду» на використання локомотивних бригад та запису «наряду» в додатку до графіка виконаного руху.

Безпосередніми обов'язками вузлового диспетчера є контроль за просуванням вагонопотоків по елементах вузла. Так, час на виконання контролю за наявністю поїздів у парках станцій розраховується за формулою

$$t_n^n = n_{cm}^6 \cdot (t_{вукл}^{\partial o\partial} + n_{n-6}^k \cdot t_k), \quad (3)$$

де n_{cm} – кількість на диспетчерській дільниці станцій, на яких виконується формування та відправлення вантажних (вивізних, передаточних) поїздів;

$t_{ан}^n$ – час на аналіз отриманої інформації щодо наявності поїздів у парках станції, хв;

колії приймання поїзда, операцій, які необхідно виконати з цим поїздом, виходячи з місцевих умов і поїзної ситуації.

Якщо з об'єктивних причин підхід вантажних поїздів до вузлових станцій дільниці і стикових пунктів здійснюється нерівномірно, то підхід надається окремо для кожного поїзда і час, який витрачається на виконання цих операцій, розраховується як

де $t_{вукл}^{\partial o\partial}$ – час, потрібний на отримання з АРМу оперативного персоналу довідки про наявність поїздів на коліях станцій і паралельно з цим на виклик ДСП, хв;

n_{cm}^6 – кількість на диспетчерській дільниці станцій (парків станцій), на яких виконується відправлення вантажних (вивізних, передаточних) поїздів;

n_{n-6}^k – кількість приймально-відправних колій на вузлових станціях, які є у підпорядкуванні диспетчера;

t_k – час на здійснення контролю наявності поїзда на одній колії, хв.

Здійснення контролю за місцем перебування рухомого складу на елементах вузла потребує аналізу та планування подальшої поїзної ситуації, що склалася.

Витрати часу на аналіз отриманої інформації визначаються

$$t_{ан} = n_{cm} \cdot (t_{ан}^n + t_{ан}^{ваг} + t_{ан}^{nidx} + t_{пер}^{ПФП} + t_{пер}^{нПФП}), \quad (4)$$

$t_{ан}^{ваг}$ – час на аналіз отриманої інформації щодо наявності в накопиченні вагонів на коліях станції за призначеннями плану формування, хв;

$t_{ан}^{nidx}$ – час на аналіз складів поїздів, які знаходяться в підході до станції, хв;

$t_{пер}^{ПФП}$ – час на переговори з ДСП у частині порядку формування поїздів згідно плану формування, хв;

$t_{пер}^{нПФП}$ – час на переговори з маневровим диспетчером у частині формування поїздів, не передбачених планом формування, хв.

У свою чергу, планування відправлення поїздів визначається

$$t_{пл} = n_n^{відпр} \cdot (t_{пл} + t_{узг} + t_{ком} + t_{снр}), \quad (5)$$

де $n_n^{відпр}$ – кількість поїздів, відправлених за зміну з вузлових станцій дільниці, планування відправлення яких здійснює диспетчер;

$t_{пл}$ – час на планування підведення поїзного локомотива під поїзд, хв;

$t_{узг}$ – час на узгодження з дорожнім диспетчером запланованого підведення поїзного локомотива під поїзд, хв;

$t_{ком}$ – час на надання команди черговому по станції на підведення поїзного локомотива на відповідну колію під поїзд, хв;

$$t_{пл}^{стик} = (t_{зан} + t_{оч} + t_{отр} + t_{ор} + t_{ан}) + n_{стик} \cdot (t_{розр}^{вант} + t_{розрах}^{нор} + t_{доп}^{зд}), \quad (7)$$

де $(t_{зан}, t_{оч}, t_{отр}, t_{ор}, t_{ан})$ – час відповідно на запит, очікування, отримання, друк і аналіз довідки про здавання-приймання поїздів та вагонів по стикових пунктах дирекції (залізниці) на поточний час, хв;

$n_{стик}$ – кількість стикових пунктів між дирекціями (міжзалізничних) на одній диспетчерській дільниці;

$t_{розр}^{вант}$ – час здавання навантажених вагонів, хв.

Для організації місцевої роботи на дільницях вузла ДНЦ, крім планування, контролю та аналізу провадиться ряд інших важливих операцій, а саме: оцінка наявності місцевого вантажу; управління вантажною роботою; оцінка потреби в рухомому складі під навантаження тощо.

$t_{снр}$ – час на упевненість у сприйнятті команди ДНЦ ДСП, хв.

Планування розвозу і передачі місцевого вантажу, час на виконання якого розраховується як

$$t_{місц}^{nl} = n_{ст}^{вант} \cdot (t_{відпр}^{nl} + t_{відпр}^{неп}), \quad (6)$$

де $n_{ст}^{вант}$ – кількість на диспетчерській дільниці станцій, відкритих для виконання вантажних операцій;

$t_{відпр}^{nl}$ – час на планування відправлення (прибуття) вагонів на станції дільниці, відкритих для вантажних операцій, хв;

$t_{відпр}^{неп}$ – час на переговори з ДСП з питань відправлення навантажених і регулювальних вагонів, подавання вагонів, хв.

При плануванні здавання вагонів на зовнішні стики, час виконання цієї операції розраховується як

Взагалі оцінку поїзної ситуації у вузлі слід розмежувати на чотири основні етапи: загальна оцінка положення на дільниці; планування приймання поїздів за часовими періодами; планування відправлення поїздів за часовими періодами; планування місцевої роботи на дільниці.

Запропоноване імітаційне моделювання [4] в СППР АРМ ДНЦ дозволить розширити технологічні функції АРМ ДНЦ і дотримуватись нормативних значень за основними етапами поїзної роботи ДНЦ, дає можливість зменшити час на виконання таких операцій: планування приймання поїздів за часовими періодами; планування відправлення поїздів за часовими періодами; планування місцевої роботи на дільниці (рис. 1, 2).

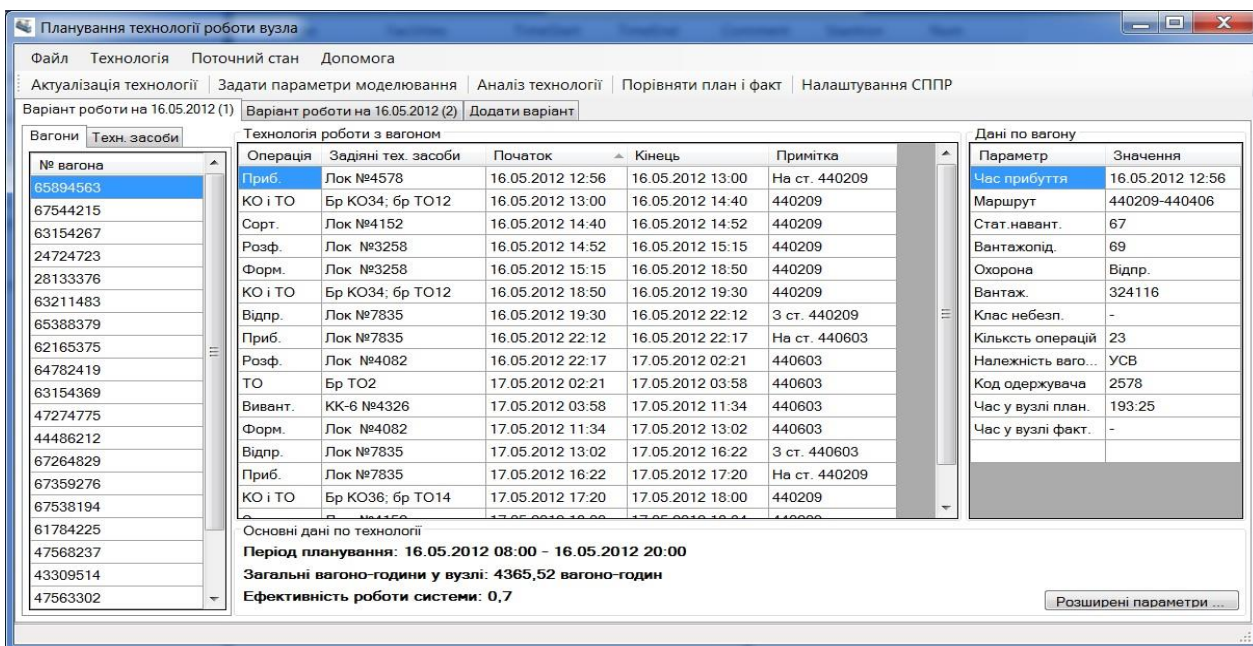


Рис. 1. Інтерфейс СППР для визначення раціональної технології роботи залізничного вузла на обраний період

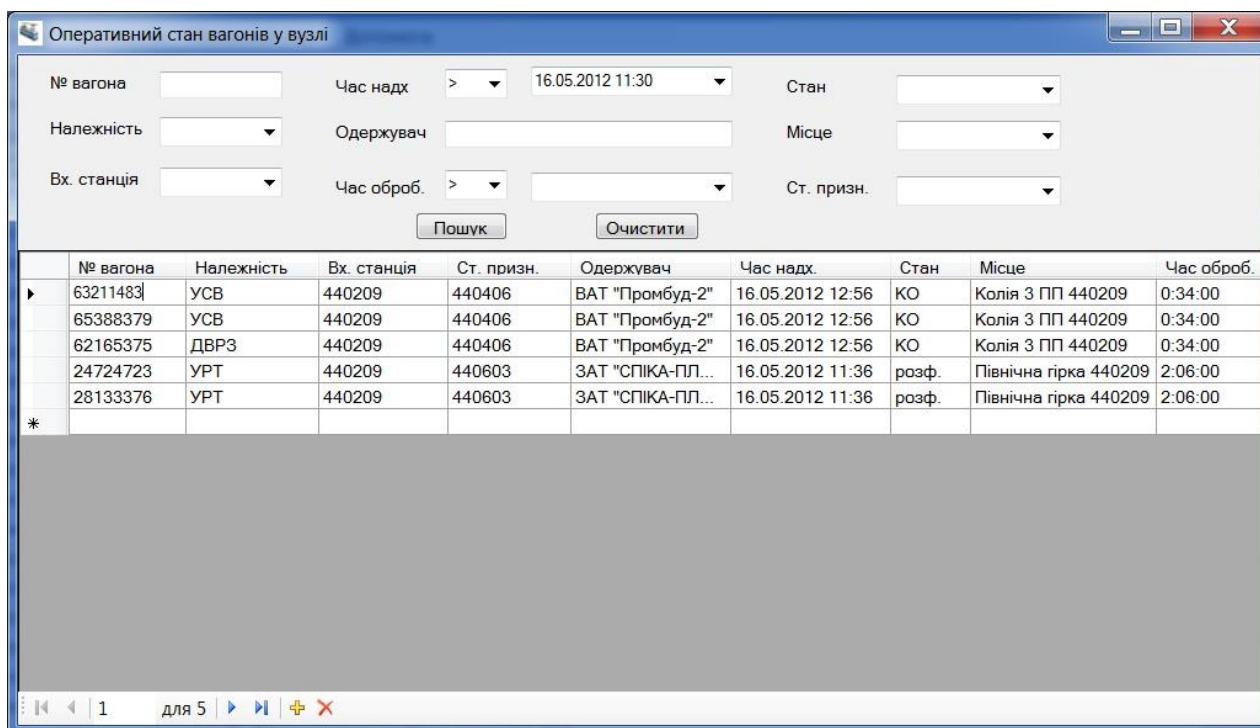


Рис. 2. Інтерфейс СППР для визначення оперативного стану вантажних вагонів у залізничному вузлі

Таким чином, реалізація запропонованого підходу дозволить покращити ефективність керування системою,

скоротити час на прийняття рішень з меншим відсотком браку та виконувати нормативи часу на виконання операцій з

планування приймання поїздів за часовими періодами і на виконання операцій з організації місцевої роботи на дільниці.

Висновок. Розширення технологічних задач в АРМ ДНЦ дозволить покращити якість планування технології роботи у залізничному вузлі на обраний період. Запропонований підхід з

планування технології роботи системи додатково надає можливість проаналізувати можливе завантаження окремих елементів вузла, визначити «вузькі місця» у вузлі при певній технології та виконати інший аналіз з використанням графічного інтерфейсу користувача системи.

Список літератури

1. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «Каскад» [Текст]: навч. посіб. / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, С.В. Панченко [та ін.]. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 176 с.
2. Гильденгорн, И.А. Совершенствование организации местной работы отделения дороги на основе математического моделирования С [Текст] / И.А. Гильденгорн // Тр. ВНИИЖТ. – 1987. – Вып. 2. – С. 7-11.
3. Гришин, А.П. Местная работа отделения: опыт и проблемы [Текст] / И.А. Гришин // Железнодорожный транспорт. – 1996. – № 2. – С. 10-20.
4. Запара, Я.В. Імітаційне моделювання технології роботи залізничного вузла [Текст] / Я.В. Запара, Є.В. Запара // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. – № 2. – С.79-86.

Ключові слова: залізничний вузол, вагон, імітаційне моделювання, автоматизоване робоче місце, вузловий диспетчер, технологія роботи.

Анотації

Проведені дослідження роботи на елементах вузла, що дозволило виявити «вузькі» місця в роботі, які безпосередньо впливають на ефективність роботи вузлового диспетчера. Запропоновано підхід, який дозволить покращити якість планування технології роботи у залізничному вузлі на обраний період.

Проведены исследования работы на элементах узла, что позволило выявить узкие места в работе, которые непосредственно влияют на эффективность работы узлового диспетчера. Предложен подход, который позволит улучшить качество планирования технологии работы в железнодорожном узле на выбранный период.

The research work on the elements of the local node, which allowed to identify bottlenecks in the work, which directly affect the performance of the node controller. An approach that will enable better planning of technology in railway junction for the selected period was suggested.

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
МАРШРУТИЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З УРАХУВАННЯМ
СУЧАСНИХ ВИМОГ**

**IMPROVED METHODS OF DEFINITION THE EFFECTIVENESS OF
ROUTING TRAFFIC FROM THE CURRENT REQUIREMENTS**

Представив д-р техн. наук, професор А.М. Котенко

Вступ. Залізничний транспорт є основою транспортної системи країни, що покликаний реалізувати ефективний розвиток ринкових відносин та підприємницької діяльності у внутрішніх і міжнародних залізничних сполученнях й бути конкурентоспроможним по відношенню до інших видів транспорту. В існуючих економічних умовах гарантією успішної праці залізниць є підвищення результативності транспорту за рахунок зниження експлуатаційних витрат. Організація ефективного виробництва на залізничному транспорті безпосередньо залежить від системи організації вагонопотоків, включаючи одну з найважливіших її складових – маршрутизацію перевезень вантажів. Для клієнта вона означає прискорення доставки вантажів, для сталевих магістралей – економію завдяки покращенню показників використання вагонів, що вельми актуально в умовах дефіциту рухомого складу [1].

Постановка проблеми. Рішення проблеми раціоналізації маршрутизації перевезень – це скорочення простою вагонів під накопиченням і переробкою, скорочення кількості вагонів під сортуванням, зменшення часу доставки вантажів, застосування для переміщення вагонопотоків найбільш економічних напрямків, задоволення зростаючих потреб

вантажовласників щодо забезпечення необхідною якістю перевізного процесу. Розробка проблеми створює принципові передумови для раціонального використання станцій та підстави для правильного визначення напрямків інвестицій, оскільки організація вагонопотоків та їх напрямки невід'ємно пов'язані з розміщенням і розвитком станцій і технічним оснащенням дільниць, на що спрямована Транспортна стратегія України на період до 2020 року [2].

Важливе значення для прискорення вантажопотоку за маршрутними відправками має взаємодія між залізничниками та їх клієнтами, а також між відправниками і одержувачами вантажу. Адже переробні можливості станцій та пропускна спроможність інфраструктури обмежені. Від спроможностей та відповідальності адресата відправки залежить і те, наскільки вчасно і чи в повному обсязі пройде вивантаження без затримки вагона.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковій проблематиці, де ефективність маршрутизації проявляється у зіставленні її з немаршрутним відправленням вантажів, тому до неї включають тільки ті збереження та втрати, які відрізняються при цих способах організації вагонопотоків, значне місце

приділено у працях В.М. Акулінічева та Н.Е. Борового [3, 4]. У цих випадках маршрутизація економічно доцільна, якщо збереження більше втрат. Економічний ефект виражається різницею цих двох величин.

В “Інструктивних вказівках з організації вагонопотоків на залізницях України” [5] говориться, що достатньою для включення в план маршрутизації окремої кореспонденції вантажів є така умова: додаткові витрати на організацію маршрутів, порівняно з немаршрутним відправленням на станції навантаження $\Delta E_{сн(ij)}$ і, якщо маршрути прямі, також на станції вивантаження $\Delta E_{св(ij)}$, не повинні перевищувати економії на шляху прямування $\Delta E_{ек(ij)}^{прям}$ за кожним j -м призначенням з потужністю вагонопотоку i , що визначається за формулою:

$$\Delta E_{сн(ij)} + \Delta E_{св(ij)} \leq \Delta E_{ек(ij)}^{прям} \quad (1)$$

Мета статті. Організація перевезень вантажів маршрутами ґрунтується на концентрації вантажопотоків, напрямку вантажів різних призначень у визначені дні за календарним планом, раціональному використанні технічних засобів вантажовідправників, вантажоодержувачів та залізниць.

Вихідними даними для розробки плану маршрутизації перевезень з місць навантаження є плани перевезень вантажів, характеристика навантажувальних та розвантажувальних станцій із зазначенням місткості вантажних фронтів та засобів механізації, технологічні процеси роботи станцій навантаження і вивантаження, договори про експлуатацію під'їзних колій, норми маси та довжини составів поїздів, перелік діючих пунктів заадресовки вагонів (наливних, вугільних та ін.), аналіз маршрутного навантаження за минулий період.

Раніше зацікавленість вантажовласників і залізниці в частині маршрутизації вагонопотоків об'єднувались планом перевезень та планом маршрутизації навантаження як його основної складової. Але ж на даному етапі існують протиріччя між інтересами залізниць, вантажовідправниками та операторами-власниками вантажних вагонів.

Наприклад, якщо Укрзалізниці у цілому вигідно формувати відправницькі маршрути і з технологічної, і з економічної точки зору, то залізниця відправлення маршруту недоотримує доходи, оскільки поправковий коефіцієнт до базового тарифу передбачає зменшення провізних платежів при маршрутизації у порівнянні з тарифом за вагонні відправки, а механізму перерозподілу між залізницями експлуатаційних витрат та економії, що виникає на шляху прямування через скорочення переробки вагонів на технічних станціях, нема. Звідси і прагнення залізниць відправлення маршрутів оформити перевізні документи на вантажі, що прямують маршрутами, як на вагонні відправки.

Формулювання цілей статті. В умовах ринкових відносин пріоритетною умовою є отримання прибутку. Тому, крім компенсацій, пов'язаних з маршрутизацією додаткових експлуатаційних витрат, Укрзалізниці мають компенсуватися й недоотримані доходи за відправку вантажів маршрутами замість вагонних відправок через застосування поправкових коефіцієнтів до базового тарифу. Однак збитки УЗ від застосування зменшувального коефіцієнта до базового тарифу для відправницьких маршрутів не завжди покриваються умовними доходами, що отримують від маршрутизації перевезень з місць навантаження. При цьому обмежується комерційна зацікавленість Укрзалізниці. До того ж, у листопаді 2011 року розпочав свою діяльність структурний підрозділ Державної адміністрації залізничного транспорту України

Державне підприємство «Український транспортно-логістичний центр» (ДП «УТЛЦ»), який на підставі договорів з власниками рухомого складу і вантажовідправниками здійснює оперування парком вагонів державних вагонних компаній на території України. У зв'язку з цим змінився статус вагонів. При використанні вагона зі статусом «власний» орендатор почав платити УЗ за порожній пробіг, тоді як раніше ці витрати було покладено на УЗ. Звичайно, це призводить до незадоволення клієнтів. Але якщо порівнювати рухомий склад, що належить ДП «УТЛЦ», з вагонами інших власників на ринку СНД, українські вагони дешевше мінімум на 30 % [6]. Також за ціною політикою вони залишаються найбільш дешевими та затребуваними на території України.

У зв'язку з вищесказаним у даному дослідженні необхідно знайти компроміс з технологічної та комерційної точки зору зацікавленості Укрзалізниці та

вантажовідправників так, щоб, з одного боку, залізниці раціонально використовували пропускну, провізну та переробну спроможність інфраструктури, а з іншого – стимулювали вантажовідправників на формування відправницьких маршрутів за рахунок зниження базового тарифу.

Виклад основного матеріалу. Як було сказано раніше, якщо необхідні умови виконуються, то економія на шляху прямування повинна лише компенсувати додаткові витрати, що пов'язані з маршрутизацією на станціях навантаження та вивантаження. Але ж, крім компенсації додаткових експлуатаційних витрат, пов'язаних з маршрутизацією, УЗ повинні компенсуватися й недоотримані доходи у зв'язку із застосуванням поправкових коефіцієнтів на маршрутну відправку до базового тарифу. Тому достатня умова ефективності з розрахунку на один маршрут у сучасних умовах матиме такий вигляд:

$$(E_{сн(ij)} + E_{прям(ij)} + E_{св(ij)})_{нм} - (E_{сн(ij)} + E_{прям(ij)} + E_{св(ij)})_м \geq \Delta P_{ij}^r, \quad (2)$$

де ΔP_{ij}^r – втрати, що виникають через різницю тарифів при відправленні вантажів маршрутами замість вагонних відправок, грн.

$$\Delta P_{ij}^r = m_{ij} \cdot (P_{нм(ij)}^r - P_{м(ij)}^r), \quad (3)$$

де m_{ij} – кількість вагонів у маршруті, що формується;

$P_{нм(ij)}^r$ – розмір тарифу, що стягується залізницею відповідно до дійсного Збірника тарифів [6] при відправленні вантажу r вагонною відправкою, грн/ваг;

$P_{м(ij)}^r$ – розмір тарифу при оформленні вантажу r як маршрутною відправкою, грн/ваг.

Додатковий дохід Укрзалізниці від формування відправницького маршруту на

залізничних коліях загального користування силами та засобами залізниці може бути визначений за формулою

$$D'_{дод} = e_{форм} \cdot Q_{м}^{нетто}, \quad (4)$$

де $e_{форм}$ – ставка збору за формування відправницьких маршрутів на коліях загального користування силами та засобами залізниці, грн/т;

$Q_{м}^{нетто}$ – вага маршруту нетто, т.

Повністю доходи з додаткових послуг не можуть компенсувати втрати Укрзалізниці, оскільки у вантажовідправників втрачається зацікавленість до формування відправницьких маршрутів.

Для економічної зацікавленості вантажовідправників при формуванні відправницького маршруту на станційних

коліях силами Укрзалізниці їх витрати $D'_{\text{доо}}$ мають бути менше прибутку, що отримують клієнти за рахунок зниження тарифу за маршрутну відправку у порівнянні з вагонною $\Delta P'_{ij}$, тобто

$$D'_{\text{доо}} < \Delta P'_{ij}. \quad (5)$$

Для таких випадків достатню умову ефективності для УЗ можемо виразити таким чином:

$$(E_{\text{сн}(ij)} + E_{\text{прям}(ij)} + E_{\text{св}(ij)})_{\text{нм}} - (E_{\text{сн}(ij)} + E_{\text{прям}(ij)} + E_{\text{св}(ij)})_{\text{м}} + D'_{\text{доо}} \geq \Delta P'_{ij}. \quad (6)$$

Процес підвищення рівня доставки вантажів можливий за рахунок зменшення кількості переробок вагонів при виконанні місцевої роботи. Це можна досягнути при більш широкому використанні маршрутизації – як відправницької, так і ступінчатої, що, у свою чергу, досягається оптимальною організацією місцевої роботи сумісно з оперативним плануванням або при календарному навантаженні вантажовідправниками груп вагонів, а також при взаємодії всіх підрозділів, що беруть участь у перевізному процесі.

Слід зазначити, що місцеві вагонопотоки, що не охоплені маршрутизацією, формуються в збірні, збірно-дільничні, вивізні, передатні поїзди.

Все це призводить до збільшення у загальному обсязі частки місцевих поїздів, які перевантажують технічні станції.

Якщо розглядати проблему організації маршрутів як техніко-економічну, то необхідно враховувати наведені нижче групи витрат для порівняння варіантів організації і переміщення вагонопотоку в маршрутних поїздах або пересування вагонів у місцевих поїздах з наступним введенням цих вагонопотоків у наскрізні напрямки відповідно до плану формування поїздів.

Витрати на організацію і переміщення вагонопотоку від зародження до погашення в маршрутних напрямках можемо зазначити у вигляді

$$C^{\text{мар}} = C_{\text{нав}}^{\text{мар}} + C_{\text{нак}}^{\text{мар}} + C_{\text{ф}}^{\text{мар}} + C_{\text{мл.ф}}^{\text{мар}} + C_{\text{підг.відпр}}^{\text{мар}} + C_{\text{перем}}^{\text{мар}} + C_{\text{ПКІ}}^{\text{мар}} + C_{\text{простр}}^{\text{мар}} + C_{\text{вохор}}^{\text{мар}} + C_{\text{розф}}^{\text{мар}} + C_{\text{вив}}^{\text{мар}} \rightarrow \min, \quad (7)$$

де $C_{\text{нав}}^{\text{мар}}$ – витрати, пов'язані з використанням вагона при виконанні вантажних операцій в пункті навантаження;

$C_{\text{нак}}^{\text{мар}}$ – витрати на накопичення складу при формуванні маршруту;

$C_{\text{ф}}^{\text{мар}}$ – витрати на формування маршруту на станції;

$C_{\text{мл.ф}}^{\text{мар}}$ – витрати на роботу маневрових локомотивів при формуванні поїзда;

$C_{\text{підг.відпр}}^{\text{мар}}$ – витрати на підготовку поїзда по відправленню;

$C_{\text{перем}}^{\text{мар}}$ – витрати на переміщення поїзда;

$C_{\text{ПКІ}}^{\text{мар}}$ – витрати на початково-кінцеві та інформаційні операції;

$C_{\text{простр}}^{\text{мар}}$ – витрати через прострочення доставки вантажів;

$C_{\text{вохор}}^{\text{мар}}$ – витрати, пов'язані із супроводженням складу (окремих вагонів із цінними вантажами) воєнізованою охороною;

$C_{\text{розф}}^{\text{мар}}$ – витрати на розформування маршрутного поїзда, які включають також

витрати на роботу маневрових локомотивів при розформуванні поїзда;

$C_{\text{вив}}^{\text{мар}}$ – витрати, пов'язані з використанням вагона при виконанні вантажних операцій у пункті вивантаження.

Кожна із складових цільової функції залежить у свою чергу від величини транспортної партії вантажної відправки m . При деякому значенні $m = m_{\text{opt}}$

приведені витрати мінімальні C_{min} . Це значення партії відправки є оптимальним.

Витрати, що входять до цільової функції, прямо пропорційні кількості вантажу, що перевозиться, а мінімальне значення функціонала буде досягтися при m , що прагне до одиниці. Тому цільову функцію доцільно оптимізувати, мінімізуючи сукупні витрати, що припадають на одиницю вантажу, що перевозиться (зокрема на один вагон).

Висновки. Виконані дослідження показують, що існуючі довгі роки способи маршрутизації перевезень з місць навантаження й методи оцінки її ефективності не в повній мірі відповідають новим умовам роботи залізниць й переведення системи управління перевезеннями на економічні принципи. Розроблені нові достатні умови визначення ефективності маршрутизації передбачають не тільки погашення додаткових витрат на станціях навантаження та вивантаження відправницьких маршрутів за рахунок економії на шляху прямування, але й компенсацію втрат доходів залізниць, що виникають у результаті переведення вагонних відправок у маршрутні. Отримані результати спрямовані на розвиток теорії взаємодії виробників, перевізників, споживачів з точки зору сумарних економічних витрат.

Список літератури

1. Копилов, М. Маршрутизація – синонім оптимальності [Текст] / М. Копилов // Магістраль. – 2011. – 26 січ. – 1 лют. (№ 5 (1588)). – С. 4.
2. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року [Текст]: розпорядження Кабінету міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174 – р // Урядовий кур'єр. – 2010. – 22 груд. – С. 16.
3. Акулиничев, В.М. Организация вагонопотоков и маршрутизация перевозок [Текст] / В.М. Акулиничев, О.С. Кирьянова, Н.Е. Боровой. – М.: Изд-во «Транспорт», 1970. – 320 с.
4. Боровой, Н.Е. Маршрутизация перевозок грузов [Текст] / Н.Е. Боровой. – М.: Транспорт, 1978. – 216 с.
5. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України [Текст]: наказ Укрзалізниці від 29.12.2004 р. № 1028-ЦЗ – К.: Вид-во ТОВ «Швидкий рух», 2005. – 100 с.
6. Сينيцына, Е. Наши вагоны все равно остаются самыми дешевыми [Текст] / Е. Сينيцына // Коммерсантъ Украина. – 2012. – 6 мар. (№37 (1527)). – С. 6.
7. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України [Текст]: наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 26.03.2009 р. № 317. – К.: ТОВ «Інпрес», 2009. – 200 с.

Ключові слова: маршрутизація перевезень, залізниця, клієнт, економія, витрати, дохід, прибуток.

Анотації

Розглянуто способи організації вантажів маршрутами, виявлено існуючі протиріччя між інтересами залізниць, вантажовласників та перевізників. Знайдено оптимальний варіант компенсації втрат доходів залізниць.

Рассмотрены способы организации грузов маршрутами, обнаружены существующие противоречия между интересами железных дорог, грузовладельцев и перевозчиков. Найден оптимальный вариант компенсации потерь доходов железных дорог.

The methods of transport cargo routes are considered. Existing contradictions between the interests of the railways, cargo and carriers are revealed. We found the best option compensation for loss of income railways.

УДК 656.225:629.463

Асп. Д.В. Каньовська

Postgraduate D.V. Kano'vska

УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

THE IMPROVEMENT OF INFORMATIONAL-MANAGING SYSTEMS OF LOCAL WORK OF RAILWAY TRANSPORT

Представив д-р техн. наук, професор Т.В. Бутько

Вступ. Сучасні процеси реформування транспортної галузі України впливають та викликають зміни у всіх сферах економіки держави. Це істотно відбивається на процесах взаємодії залізничного транспорту загального, незагального користування та підприємств-вантажовідправників. Гармонічний розвиток цієї системи створює умови для успішного комплексного і пропорційного розвитку промислових підприємств та економіки цілих регіонів. Таким чином, технологію обробки вантажів залізничним транспортом на початковому етапі перевезення пов'язано з тим, що, по-суті, транспортування є продовженням процесу виробництва та істотно впливає на

промислові підприємства-відправники, особливо в умовах великої географічної розпорошеності виробництва.

Постановка проблеми. Однією з важливих умов до забезпечення прибутковості і конкурентоспроможності залізничного транспорту у складі єдиної транспортно-логістичної системи є формування цілісної структури його управління з метою реалізації сучасних логістичних технологій доставки вантажів. Отримати синергетичний загальносистемний ефект від своєчасної доставки вантажів можливо тільки в умовах використання сучасних інформаційно-керуючих систем (ІКС) на базі логістичних принципів [1, 2].

В умовах значних коливань вантажопотоків, територіальної розпорошеності виробників та конкуренції з іншими видами транспорту одним з шляхів прискорення доставки вантажів з мінімальними експлуатаційними витратами є впровадження технології з використанням вантажного автономного збірного поїзда (ВАЗП) для обробки та просування місцевих вагонопотоків. Тому виникає науково-прикладна задача формування структури ІКС місцевою роботою, яка передбачає не тільки удосконалення існуючих, але і створення нових технологій роботи залізничного транспорту при взаємодії із станціями примикання, під'їзними коліями промислових підприємств та місцями загального користування на станціях з невеликими обсягами роботи. В першу чергу це актуально в умовах обслуговування цілісних залізничних полігонів, таких як дирекція (ДН) або диспетчерська дільниця, з наявністю місцевих вантажів. Як показує світовий досвід, в цих умовах ефект від використання ІКС найбільш вагомий і настає через невеликий час після впровадження.

Аналіз досліджень і публікацій. Магістральний залізничний транспорт в Україні повинен якнайшвидше здійснити впровадження нових логістичних технологій [3]. Процес реалізації на транспорті логістичних технологій безперервно пов'язаний з автоматизацією усіх ланок транспортно-логістичної системи [4, 5] та з впровадженням ІКС та систем підтримки прийняття рішень (СППР) з метою отримання загальносистемного ефекту [6, 7]. Застосування логістичних технологій для прискорення просування місцевих вагонопотоків спрямовано на отримання оптимальних рішень у транспортному процесі [1, 8]. У світі використовують технологію роботи з місцевими вантажопотоками з високим ступенем автономності – концепція, яку розроблено

німецькою компанією Windhoff, а саме вантажний дизель-поїзд Cargo Sprinter [9]. Але у Німеччині, Австрії, Великобританії та інших країнах, що його використовують, вантажопотік у місцевому сполученні не має такого великого коливання, як в Україні. Тому необхідно врахувати усі особливості вітчизняного транспортного ринку шляхом впровадження вантажного автономного збірного поїзда.

Формування ІКС для ефективної реалізації технології з ВАЗП повинно базуватись на сучасних математичних методах і підходах з використанням елементів штучного інтелекту в АРМ оперативного персоналу [10, 11].

Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи місцевою роботою залізничного транспорту. Аналіз технологій роботи підприємств-вантажовідправників показує наявність двох основних варіантів обслуговування залізничним транспортом місцевих вантажопотоків:

I. Промислові підприємства безпосередньо виконують обслуговування вантажів на місцях загального користування залізничної станції. Особливість задач та функцій ІКС місцевої роботи при цьому полягає в тому, що станція самостійно здійснює управління маневровою, вантажною та комерційною роботою. Оскільки цей сегмент ринку є найбільш конкурентним із іншими видами транспорту, пропонується створення на станції місцевого логістичного центру (МЛЦ). На кожній станції, на якій є МЛЦ, засобами вантажно-розвантажувальних машин, що слідує у складі ВАЗП, виконуються вантажні операції з вантажами.

II. До магістральної залізничної станції примикає технологічна ланка у вигляді під'їзної колії підприємства або підприємство має вантажні площі на станції і доставку вантажів до них здійснює за допомогою автотранспорту. Найбільш ефективно використання складних

високопродуктивних вантажно-розвантажувальних машин та маневрових засобів в цих умовах забезпечується шляхом створення окремих потужних опорних логістичних центрів (ОЛЦ), в яких зосереджена така техніка. В цьому випадку ІКС місцевої роботи повинна включати до себе додаткові задачі, які дозволять раціонально використовувати рухомий склад у процесі його розподілу по фронтах навантаження ОЛЦ, прискорювати обробку вантажопотоку та інформації на початковій та кінцевій стадіях перевізного процесу, раціонально планувати виконання маневрової роботи та забезпечити прийняття рішень з прискорення просування матеріального потоку у процесі інформаційної взаємодії із автоматизованою системою керування вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗ Є).

Існуюча інформаційна база може стати основою створення ІКС місцевою роботою у вигляді комплексних АРМ на базі СППР та їх інтеграції з існуючими

автоматизованими системами суміжних служб – системи АС МЕСПЛАН, АРМ ТВК, АРМ прийомздавальника, АС ЛОКБРИГ, розвиток яких здійснюється шляхом більш тісної інтеграції до АСК ВП УЗ Є.

Попередні дослідження та аналіз технологій виконання місцевої роботи свідчать про наявність потенціалу щодо скорочення часу знаходження вантажних вагонів на під'їзних коліях та місцях загального користування за рахунок реалізації удосконаленої технології роботи та створення ІКС. На рис. 1 наведено розподіл складових елементів обігу вагона по елементах для залізниць України. Аналіз даних показує, що 44,4 % обігу вагона на Укрзалізниці припадає на знаходження вагонів на станціях під вантажними операціями. Показники роботи Харківської дирекції залізничних перевезень доводять, що близько 58% від цього часу місцевий вагон простоює в міжопераційному очікуванні, тобто непродуктивно.

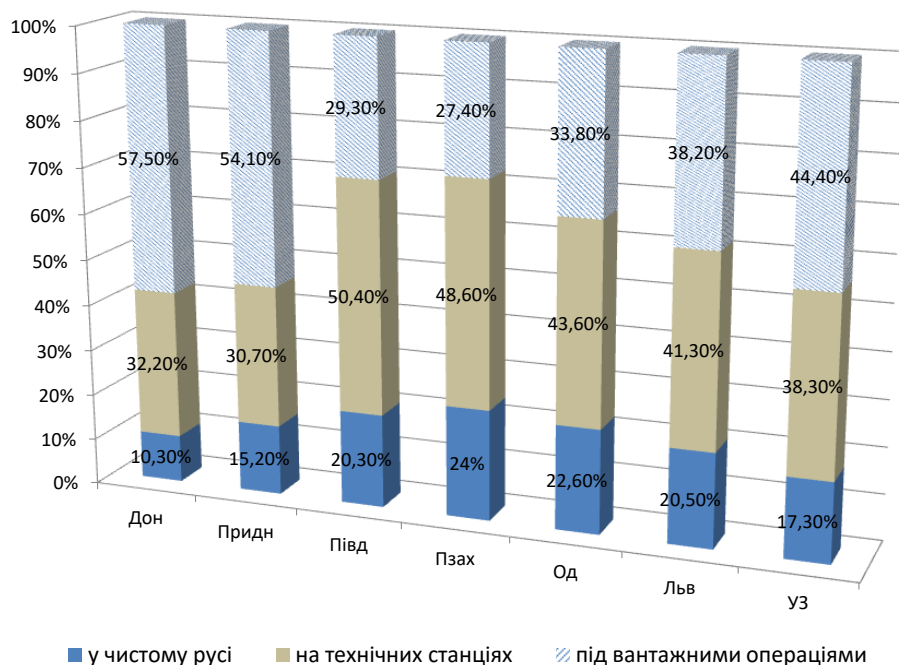


Рис. 1. Розподіл складових елементів обігу вагона по залізницях України

Існуючу структуру управління місцевою роботою розглянемо на прикладі Харківської дирекції залізничних перевезень

(ДН-2, рис. 2) Південної залізниці як одного з характерних та складних за структурою полігонів на Укрзалізниці.

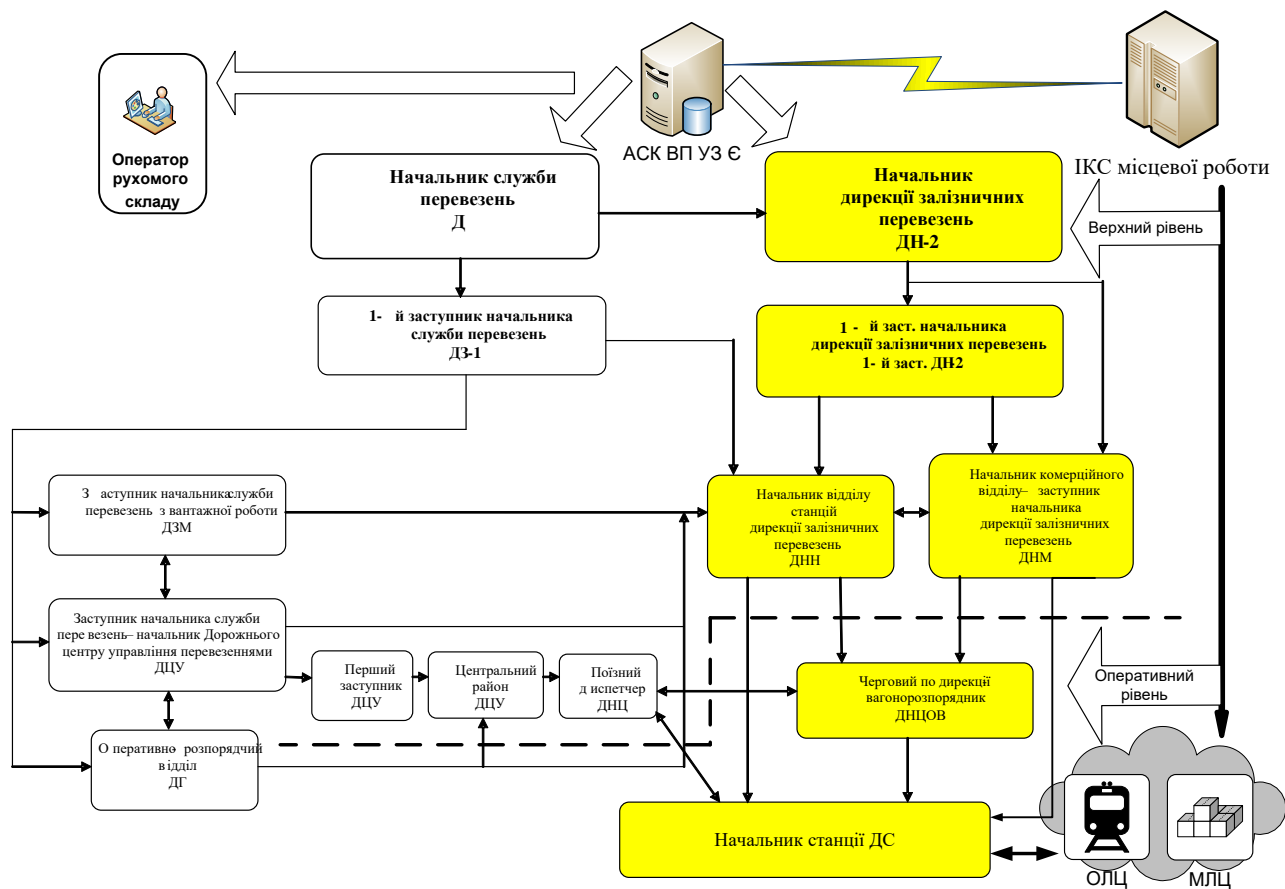


Рис. 2. Структурна схема управління існуючою технологією обробки місцевого вантажу на ДН-2 Південної залізниці

Робота з місцевими вагонами за послідовністю виконання операцій містить передачу і розвіз місцевого вантажу; перерозподіл порожніх вагонів; операції з місцевими вагонами на станції вивантаження – подавання вагонів до місць вивантаження і процес вивантаження вагонів, включно в необхідних випадках і очищення вагонів після їх розвантаження. Загальний час, який витрачається на виконання операцій впливає на час обігу місцевого вагона. Істотний вплив на технологію місцевої роботи з вантажами дають максимальні та мінімальні рівні навантаження і вивантаження на кожній

станції, добова нерівномірність вагонопотоків.

Місцеві вагони, які знаходяться на дирекції, діляться на вагони, які підлягають до передачі на інші дирекції та залізниці та підлягають розвозу та вивантаженню на станціях дирекції у складі ВАЗП. Порожні вагони, які вивільнюються після вивантаження, або використовуються під навантаження, або направляються для здавання за регульовальним завданням.

Підвищення продуктивності вантажного вагона отримується за рахунок скорочення непродуктивних міжопераційних простоїв у процесі раціонального

планування вантажної роботи на добу, розробки і суворого дотримання графіка руху ВАЗП. Прискорення обігу місцевого вагона на полігоні реалізовано за рахунок оптимізації виконання технологічних операцій шляхом удосконалення нормативів з обробки вагонів та забезпеченням через АРМ поопераційного контролю за технологією місцевої роботи.

Місцева робота полігона організовується на основі плану, який передбачає виконання завдання на навантаження і вивантаження за раціональною схемою, що передбачає мінімальні простой місцевих та пробіги порожніх вагонів, найбільш економічне використання локомотивів. Це досягається шляхом використання техніко-економічного моделювання роботи в складі СППР на АРМ оперативних працівників. При розробці плану організації місцевої роботи враховується нерівномірність навантаження за окремими днями, з урахуванням якої формується раціональна схема обслуговування та траєкторія руху ВАЗП на полігоні. Показники вантажної роботи встановлюються начальником відділу станцій дирекції з урахуванням оперативного завдання на навантаження і вивантаження, які регламентують для кожних станцій, ОЛЦ, МЛЦ та відправників вантажу.

Планування навантаження вагонів для ВАЗП встановлюють згідно з технічним та державним планами навантаження, на підставі заявок вантажовідправників через АС МЕСПЛАН та наявності та надходження порожніх вагонів заступником начальника відділу перевезень або черговим вагонорозпорядником (ДНЦОВ) на добу із зазначенням навантаження за родом вантажів. Штат ДНЦОВ складається з одного змінного вагонорозпорядника на правах чергового по дирекції, якому підпорядковується черговий станційний диспетчерський апарат, що пов'язаний єдиною технологією місцевої роботи у межах обертання ВАЗП з

підв'язкою роботи поїзних локомотивів - на дільницях та маневрових – на станціях. Вихідними даними для складання плану вивантаження є:

- передбачувана наявність вагонів на станціях вивантаження до початку доби, на яку розробляється план;

- передбачувана наявність місцевого вантажу на МЛЦ та ОЛЦ;

- дані з АСК ВП УЗ Є про кількість вагонів, яку планується навантажити в адрес станцій дирекції з інших полігонів і які повинні бути вивантажені в добу, на яку розроблюється план;

- передбачуване надходження місцевого вантажу з інших залізниць та дирекцій.

Для зменшення простоїв під вантажними операціями і зменшення порожнього пробігу в ІКС місцевої роботи передбачено використання вагонів після вивантаження під здвоєнні операції на підприємствах, що знаходяться у районі тягіння станції вивантажування. Якщо такої потреби немає, то вагони використовуються під багатократні вантажні операції у межах дільниці обслуговування або на дирекції.

Планування розвозу місцевого вантажу виконується у вигляді плану розвозу місцевого вантажу ВАЗП, який складається черговим ДНЦОВ з урахуванням рекомендацій СППР відповідного АРМ на підставі встановленого графіка руху поїздів, наявності місцевого вантажу на сортувальних, дільничних станціях, ОЛЦ та МЛЦ полігону, а також з урахуванням підготовлених до відправлення вагонів з місцевим вантажем з наявними готовими перевізними документами. З метою підвищення якості планування перевезень вантажів по станціях дирекції планування здійснюється в умовах застосування автоматизованої системи АС МЕСПЛАН та електронного перевізного документу. Введення замовлення в АС МЕСПЛАН забезпечується на рівні надання замовлення

кожним вантажовласником у процесі інформаційної взаємодії з ІКС місцевої роботи полігона.

Для своєчасного формування автоматизованого звіту ДСП станції, на яку прибув ВАЗП, вводиться в АРМ ДСП інформація про прибуття поїзда на станцію (повідомлення 201) з усіма даними, далі вводиться інформація про відчеплення або причеплення вагонів (повідомлення 09), при необхідності вводиться інформація про розформування (повідомлення 203) складу поїзда на станції. Після прибуття на станцію та після подачі вагона на під'їзну колію прийомоздавальник через свій АРМ вводиться інформація про подавання вагонів на під'їзну колію, а в систему АСК ВП УЗ Є автоматично формується повідомлення 1397. Товарний касир у АРМ ТВК виконує всі технологічні операції з оформлення навантаження або вивантаження вагона та перевірку електронного перевізного документа, таксировку, друкування та фіксує час приймання вантажу до перевезення.

При відправленні ВАЗП зі станції ДСП формує телеграму-натурний лист (ТГНЛ, повідомлення 02) і фіксує цю інформацію в АРМ ДСП із зазначенням часу відправлення поїзду. Дані передаються до ІКС місцевої роботи і використовуються для оперативного корегування плану роботи ВАЗП.

Виходячи з цього структура та функції ІКС місцевої роботи повинні бути спрямовані на вирішення задач удосконалення технології взаємодії станцій, підприємств-вантажовласників та їх під'їзних колій у процесі виконання вантажних операцій і транспортування вантажів на базі системи місцевих та опорних логістичних центрів. Для реалізації логістичних технологій роботи ВАЗП запропоновано кожний варіант ІКС побудувати за модульним принципом. Методологія побудови ІКС місцевої роботи повинна базуватися на об'єднанні можливостей системи АСК ВП УЗ Є за

рахунок розширення комплексу задач, впровадження безпаперового обміну даними та електронного підпису, уніфікації формату повідомлень із міжнародними стандартами обміну логістичною інформацією. Основою для формування технологічних модулів ІКС місцевої роботи повинен стати комплекс моделей роботи ВАЗП в умовах формування мережі ОЛЦ та МЛЦ. Окрему складність викликає інформаційна взаємодія із вагонною та локомотивною моделями АСК ВП УЗ Є, особливо в частині автоматизованого визначення дислокації і стану рухомого складу. В той же час, як централізована система, верхній рівень ієрархії ІКС місцевої роботи на полігоні (АРМ ДНН або ДНЦОВ) при застосуванні ВАЗП визначає параметри просування транспортного потоку, якими повинен керуватися нижній рівень ІКС – на рівні АРМ ДНЦ, ДСП, ОЛЦ, МЛЦ та клієнта на підприємстві.

Підсистема управління місцевою роботою верхнього рівня повинна виконувати такі основні функції:

- прийняття рішення щодо здійснення керуючого впливу на перевізний процес у ВАЗП у процесі виконання плану та оцінки відхилення від нього;
- контролю просування місцевого вагонопотоку в умовах дотримання норм на виконання технологічних операцій із окремими вагонами та на повернення порожнього рухомого состава власникам за узгодженням з операторами рухомого складу;
- формування прогнозу зміни оперативної ситуації на полігоні з урахуванням даних АСУ ВП УЗ Є та роботи на під'їзних коліях, уточнення планових обсягів вивантаження і відправлення порожніх вагонів;
- реалізації та контролю виконання плану розвозу вантажу та порожніх вагонів під навантаження ВАЗП по станціях, ОЛЦ, МЛЦ та на окремих під'їзних коліях підприємств;

- формування даних про перевізний процес на полігоні та формування необхідних інформаційних повідомлень для АСК ВП УЗ з виконання плану місцевої та вантажної роботи, виконання показників експлуатаційної роботи.

До функцій підсистеми оперативного планування, контролю та аналізу місцевої роботи ВАЗП запропоновано віднести:

- оперативний контроль і аналіз процесу перевезення на полігоні обслуговування ВАЗП та під'їзних коліях підприємств (за їх наявності), моніторинг дотримання термінів доставки при взаємодії зі станцією примикання;

- економічну оцінку варіантів оперативного плану організації роботи ВАЗП в режимі реального часу за допомогою СППР з порівнянням його з базовим варіантом.

- технологічну оцінку варіантів планів місцевої роботи та аналіз результатів прийняття управлінських рішень за фактичними витратами;

- контроль дотримання умов роботи із рухомих складом (окремо - загального парку, власного та орендованого, інших держав), врахування та узгодження умов навантаження із операторами рухомого складу;

- формування раціонального пономерного плану призначення вагонів із прикріпленням їх до ВАЗП і бригад прийомоздавальників.

На рис. 3 показана удосконалена схема інформаційних логістичних потоків щодо перевезень місцевих вантажів за участю ВАЗП за визначеним вище варіантом 1 при формуванні МЛЦ. До недоліків даної структури ІКС місцевої роботи можливо віднести обробку обмеженої кількості стандартної інформації з АСК ВП УЗ в АРМ ТВК та АС МЕСПЛАН, а також відсутність безпосередньої інформаційної взаємодії з операторами рухомого складу.

Пояснення до рис. 3:

інформаційний потік (1) – обмін даними про відправки, вантажі та вагони між АСК ВП УЗ Є та АРМ ДНН, ДНЦВ, ДСП і ТВК. Інформація складається з із автоматично згенерованих відповідей та повідомлень ІКС місцевої роботою;

інформаційний потік (2) – обмін повідомленнями про відправки та вантажі між АСК ВП УЗ та АРМів ТВК і АС МЕСПЛАН. Обробка інформації після вхідного логічного контролю складається із запису повідомлення в базу, пересилання її до АСК ВП УЗ, генерації відповіді і відсилання відповіді назад до ТВК. За необхідністю здійснюється оперативна взаємодія із іншими АРМ;

інформаційний потік (3) – обмін оперативними технологічними повідомленнями про вагони та вантажі між АРМ ДНН (ДНЦОВ) та АРМ працівника ДСП (МЛЦ). При цьому здійснюється логічний контроль з використанням плану місцевої роботи ВАЗП, замовлень АРМ ТВК та відповідей підсистеми створення раціонального режиму місцевої роботи на полігоні;

інформаційний потік (4) – обмін повідомленнями АРМ ТВК на відправки, вагони і вантажі (повідомлення 09, 1397) та узгоджені з АСК ВП УЗ Є та операторами рухомого складу відповіді ІКС місцевої роботи;

інформаційний потік (5) – обмін відповідями АРМ клієнта (АС МЕСПЛАН) з ІКС місцевої роботи. При цьому використовується інформація та формат стандартних повідомлень АСК ВП УЗ Є;

інформаційний потік (6) – єдине інформаційне середовище ІКС місцевою роботою та СППР на базі повідомлень системи.

На схемі, наведеній на рис. 4, показано потоки логістичної інформації щодо перевезень місцевих вантажів за участю ВАЗП за варіантом 2 при формуванні на станції ОЛЦ. Ця схема забезпечує безпосередню інформаційну взаємодію АСК ВП УЗ та ІКС місцевої

роботи і передбачається для районів із досить великими обсягами роботи з підприємствами (але недостатніми для формування відправницьких або технічних маршрутів). Регулювання використання маневрових локомотивів ОЛЦ

передбачається на одному з АРМів за допомогою даних АРМ ДНЦ, що економічно обґрунтовано, але може призводити до зменшення оперативності прийняття рішень.

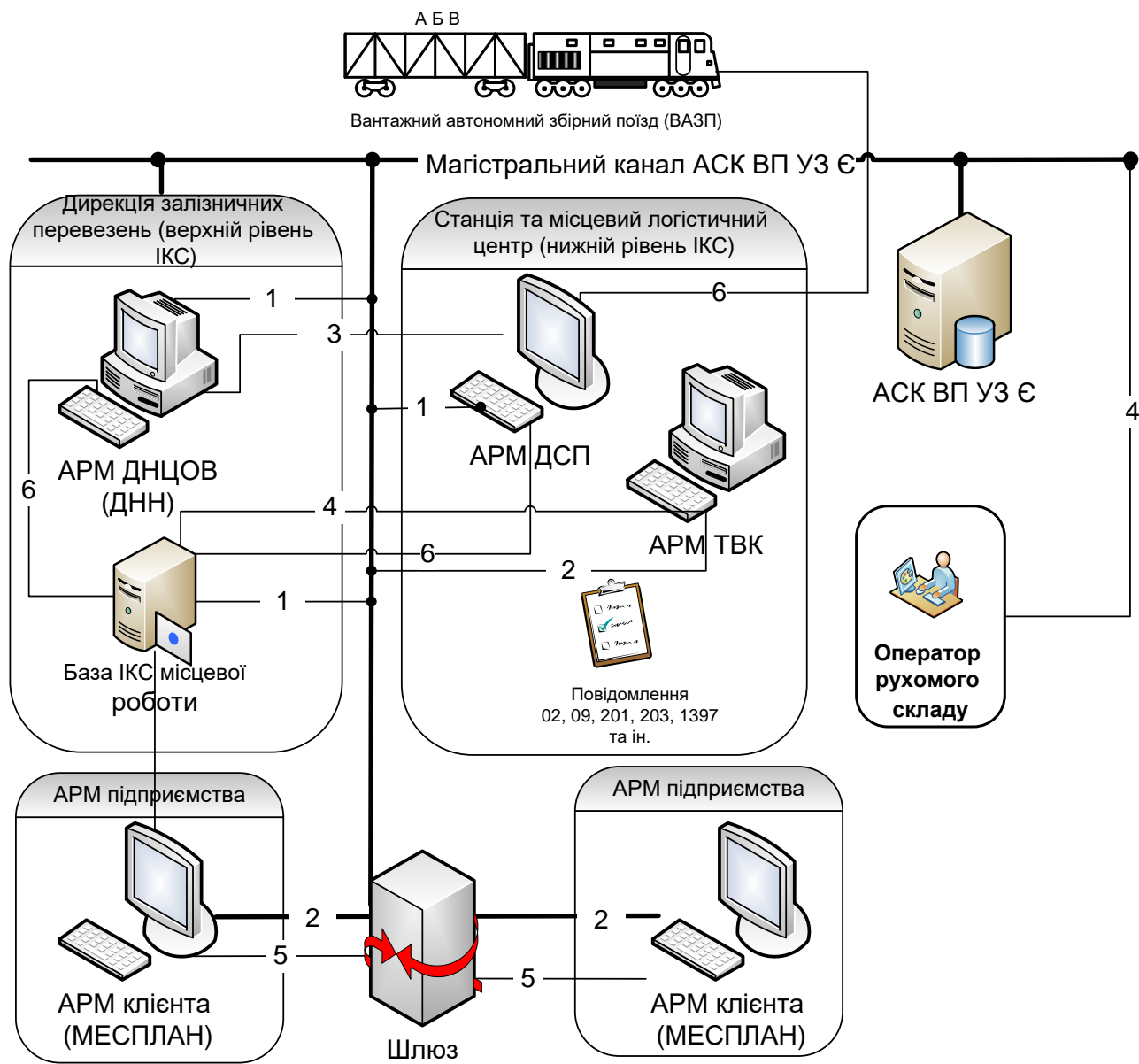


Рис. 3. Схема модулів ІКС місцевої роботи при управлінні перевезеннями вантажів за варіантом 1 – місцевий логістичний центр

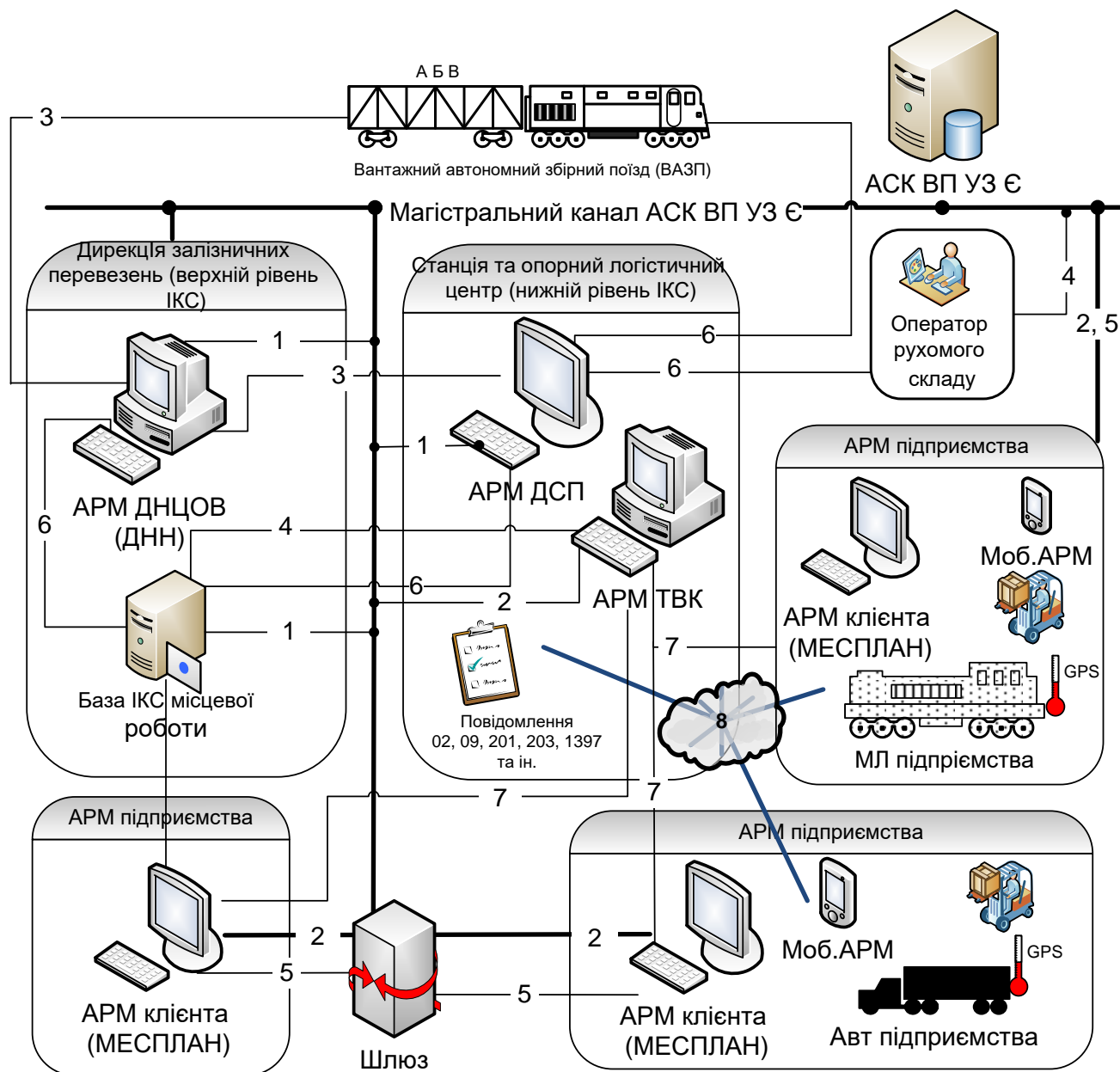


Рис. 4. Схема модулів ІКС місцевої роботи при управлінні перевезеннями вантажів за варіантом 2 – опорний логістичний центр

Стисле пояснення до рис. 4:

інформаційні потоки за призначенням відповідають рис. 3;

інформаційний потік (7) – обмін повідомленнями між АРМ підприємства (АС МЕСПЛАН) та ІКС місцевої роботи з метою синхронізації даних та наповнення бази даних АСК ВП УЗ Є інформацією, необхідної для роботи відповідних СППР;

інформаційний потік (8) – обмін повідомленнями між стаціонарними елементами ІКС місцевої роботи та мобільними АРМ на підприємствах-приймоздавальниках, на маневрових локомотивах та на автотранспорті, що знаходяться безпосередньо на під'їзних коліях та ОЛЦ. Обмін здійснюється, як правило, з допомогою бездротових каналів зв'язку.

Подальший розвиток ІКС місцевої роботи при участі ВАЗП пов'язано із використанням безпаперового документообігу на базі «хмарових» обчислень, «мобільних» АРМ ДСП, товарного касира та прийомоздавальника та застосування GPS – технологій для ідентифікації місцезнаходження рухомого складу.

Техніко-економічні розрахунки з визначення оптимальних параметрів місцевої роботи в умовах ІКС запропоновано виконати за удосконаленою

методикою, розробленою професором А.О. Смаховим для різних режимів роботи кожного i -го ОЛЦ та k -го МЛЦ. Цільова функція економіко-математичної моделі прийнята для режиму місцевої роботи в умовах визначеної кількості вантажно-розвантажувальних машин Z для ОЛЦ та постійної їх кількості для МЛЦ (визначено наявністю машин у ВАЗП), подачі вагонів з урахуванням обмеженої кількості маневрових локомотивів (X) і тривалості обслуговування підприємства (T), виглядає таким чином:

$$\Phi(Z, X, T) = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^7 C_{ij} + \sum_{k=1}^M \sum_{j=1}^5 C_{kj} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де L , M – відповідно кількість ОЛЦ та МЛЦ на полігоні;

C_1 – витрати на амортизацію і ремонт вантажно-розвантажувальних машин;

C_2 – витрати на вагоно-години простою місцевих вагонів при навантаженні і вивантаженні, коли вони надходять на адресу логістичного центру;

C_3 – витрати на подачу, розставлення, перестановку, складання і прибирання вагонів на МЛЦ або ОЛЦ окремими групами з урахуванням обмеженої кількості локомотивів;

C_4 – витрати на очікування вагонами виконання вантажних операцій (обумовлені режимом роботи підприємств - вантажовласників);

C_5 – витрати, що зв'язані з очікуванням вагонами вантажних операцій у зв'язку з зайнятістю вантажних фронтів іншими вагонами через нерівномірність їх надходження за кількістю або за часом;

C_6 – витрати на амортизацію і ремонт вантажно-розвантажувальних колій, при оснащенні ОЛЦ засобами механізації;

C_7 – витрати на очікування автомобілями вантажних операцій через зайнятість ОЛЦ іншим автотранспортом.

З метою оцінки ефективності ІКС місцевої роботи запропоновано використати вихідні дані для визначення оптимальних режимів роботи на полігоні Харківської дирекції залізничних перевезень. Використання ВАЗП у різних технологічних варіантах дозволяє скоротити середній час простою вагонів та тривалість обробки групи вагонів по відправленню $\Delta t = 6,8$ год. (16 %) у порівнянні з фактичним (див. таблицю).

Доцільність впровадження ІКС обґрунтовано з урахуванням витрат на комп'ютерну техніку та організацію сучасних інформаційних он-лайн каналів. Поряд з цим визначено економію від раціонального використання локомотивного та вагонного парків, ефект від можливості оперативного контролю за місцевою роботою та підвищення достовірності прогнозу прибуття вагонів на ОЛЦ та МЛЦ, скорочення обсягів виплат штрафів за неподання вагонів і порушення терміну доставки вантажів і вагонів. З урахуванням вищенаведених факторів оцінку терміну окупності ІКС визначено на рівні 4 років.

Виконання простоїв на Харківській дирекції залізничних перевезень

Період	Простій під однією вантажною операцією, год	Простій місцевого вагона, год
Січень	47,39	48,38
Лютий	42,82	43,26
Березень	41,88	42,36
Квітень	43,88	44,22
Травень	42,51	43,20
Червень	35,63	36,48
Липень	38,78	39,83
Серпень	39,81	40,92
Вересень	37,73	38,82
Жовтень	38,05	39,11
Листопад	41,12	42,42
Грудень	46,05	47,23
Рік	40,33	42,19

Висновки. Розроблений підхід щодо удосконалення технології місцевої роботи на базі ІКС дозволить покращити управління вантажо- та вагонопотоками у процесі використання ВАЗП при взаємодії із промисловими підприємствами та іншими учасниками транспортного процесу. Синергетичний ефект від впровадження та використання ІКС місцевої роботи буде складатись із:

- підвищення якості та розширення географії транспортного обслуговування вантажовласників, покращення привабливості та конкурентоспроможності залізничного транспорту;

- поліпшення використання рухомого складу у місцевому сполученні;
- вивільнення робочого часу працівників, що здійснюють керування місцевою роботою;
- підвищення технологічної дисципліни та культури керування місцевою роботою на полігоні;
- зниження кількості порушень терміну доставки вантажів у логістичному ланцюгу постачання та зменшення у перевізника фінансових втрат за рахунок якісного планування перевезень та високого ступеня узгодженості у всіх ланках перевізного процесу.

Список літератури

1. Козак, В.В. Методологічний підхід щодо створення структури логістичного центру залізниць України [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, В.В. Козак, В.М. Кулешов // Залізничний транспорт України. – 2007. – № 1. – С. 29-33.
2. Панкратов, В.І. Удосконалення технології роботи залізничного транспорту незагального користування на базі інформаційно-керуючої системи [Текст] / В.І. Панкратов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 85. – С.12-24.
3. Левківський, О.П. Вибір стратегії формування транспортного процесу різних видів транспорту на базі логістичних принципів [Текст] / О.П. Левківський // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – № 4. – С. 19-20.

4. Гаджинский, А.М. Основы логистики [Текст]: учеб. пособие / А.М. Гаджинский. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 1995. – 248 с.
5. Ломотько, Д.В. Методологія формування інтелектуальної транспортної системи на залізничному транспорті [Текст] / Д.В. Ломотько, Т.В. Бутко // Сб. науч. трудов SWorld. Материали межд. науч.-практ. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2012». – Одесса: Куприенко, 2012. – Вып. 1. – Т. 2. – С. 45-46.
6. Vorkut, T.A. Haulage Company ATP: logistics decisions for restructuring [Text]/ T.A. Vorkut // Oak Brook, IL: CLM – 2000. – 44 p.
7. Данько, М.І. Удосконалення планування перевізних процесів на залізничному транспорті методами нечіткої логіки [Текст] / М.І. Данько // Новини науки Придніпров'я. – 2005. – № 2. – С. 55-58.
8. Губенко, В.К. Оптимизация оперативно-календарного плана доставки многоменклатурных мелкопартионных грузов на промышленных предприятиях [Текст] / В.К. Губенко, Г.Ф.Бабушкин, А.Ф.Кузькин // Вісник Приазовського державного технічного університету: зб. наук. праць.– 2001.– № 11.– С. 273-276.
9. Мкртичян, Д.І. Перспективи удосконалення технології розвозу місцевого вантажу на залізничному транспорті [Текст] / Д.І. Мкртичян, Д.В. Каньовська // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ. – Вип. 124. – С. 95-99.
10. Жуковицкий, И.В. Метод интерактивной динамической оптимизации распределения локомотивов для работы в поездах на основе оценки рисков [Текст] / И.В. Жуковицкий, А.Б. Устенко, О.Л. Зиненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – № 4. – С. 86 – 91.
11. Шиш, В.О. Проблеми та шляхи оптимізації оперативного регулювання вагонних парків на мережі залізниць [Текст] / В.О. Шиш, П.О. Яновський // Залізн. трансп. України. – 2007. – № 1. – С. 54-58.

Ключові слова: транспортний процес, логістика, залізничний транспорт, інформаційно-керуюча система, вантажні перевезення, автономний поїзд.

Анотації

Розроблено комплекс задач та структуру логістичної інформаційно-керуючої системи місцевої роботи залізничного транспорту. Вона враховує специфіку характерних технологічних схем взаємодії станцій примикання та під'їзних колій підприємств. Запропоновано створити систему опорних та місцевих логістичних центрів з метою ефективного обслуговування вантажовласників за допомогою вантажних автономних збірних поїздів. Визначено основні підсистеми запропонованої керуючої системи в умовах раціоналізації планування обробки місцевих вантажів.

Разработан комплекс задач и структура логистической информационно-управляющей системы местной работы железнодорожного транспорта. Она учитывает специфику характерных технологических схем взаимодействия станций примыкания и подъездных путей предприятий. Предложено создать систему опорных и местных логистических центров с целью эффективного обслуживания грузовладельцев за счет грузовых автономных сборных поездов. Определены основные подсистемы предложенной управляющей системы в условиях рационализации планирования обработки местных грузов.

A complex of tasks and a structure of logistical informational and managerial system of local railway transport work are developed. It considers specificity of characteristic technological schemes of cooperation of adjacent stations and approaching lines of enterprises. It is offered to create a system of base and local logistical centers with the view of effective service for freight owners by means of autonomous collecting freight trains. The main subsystems of suggested managerial system in conditions of planning local freight handling rationalization are specified.

УДК 656.212:656.225

Асп. А.В. Кулешов

Postgraduate A.V. Kuleshov

**УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ МАРШРУТНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ МАСОВИХ ВАНТАЖІВ**

**IMPROVE INFORMATION OF SOLVING THE PROBLEM
OF MODELING TRAFFIC ROUTING BULK**

Представив д-р техн. наук, професор О.М. Озар

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Реформування має на меті подальший розвиток і підвищення ефективності діяльності галузі шляхом забезпечення безпеки функціонування та доступності послуг залізниці для всіх суб'єктів господарювання, удосконалення системи управління залізничним транспортом, зростання доходів від перевезень. Однак у наш час потребує розв'язання задача своєчасного забезпечення перевізниками-власниками рухомого складу навантажувальними ресурсами, особливо його дефіцитним родом піввагонів та іншими спеціальними вагонами. Компанії-вантажовласниці згодні переходити на електронний документообіг як у внутрішньо-заводських, так і у зовнішніх перевезеннях вантажів за рахунок доопрацювання програмно-технічних засобів з метою стикування з програмно-

технічними засобами Укрзалізниці. Однією з важливих вимог вантажовідправників є своєчасне прогнозоване інформування про наявність на полігоні порожніх вагонів та можливу тривалість їх доставки під вантажні операції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В нормативних документах [1-3] при організації перевезень докладно не враховані розвинені інформаційні технології, за допомогою яких можливо забезпечити удосконалення залізничних послуг, особливо у міжнародних перевезеннях залізницями України. Тому у попередніх дослідженнях [6, 7] були розглянуті сучасні підходи до автоматизованого обліку стану технічних засобів та прогнозування попиту на вантажні перевезення. Але потребує удосконалення інформаційного забезпечення розв'язання задачі моделювання маршрутних перевезень масових вантажів на ринку залізничних

послуг з метою підвищення ефективності національної економіки. Це стосується комплексної автоматизації роботи з відправниками вантажу, починаючи з оформлення місячних заявок ГУ-12, проведення оплати за виконане перевезення

Мета дослідження: удосконалення інформаційного забезпечення розв'язання задачі моделювання маршрутних перевезень масових вантажів.

Основна частина. АТ «НК «Казахстан темир жолы» (КТЖ) введено в промислову експлуатацію електронні системи російської розробки: «Розрахунки за вантажні перевезення» (ИСРГП), «Договірна та комерційна робота» (АСУ ДКР) і «Єдиний корпоративний центр нарахувань і розрахунків» (АС ЕКЦР) [4]. Сьогодні до зазначених систем підключені 2488 відправників вантажу, що працюють на 47 станціях всіх відділень КТЖ в 14 областях Казахстану.

Компанією «Інтелекс», Росія, на Московській залізниці проваджений автоматизований програмний комплекс, що став частиною масштабного розвитку інфраструктури приміського сполучення на

горьковському напрямку. Проект дозволяє з урахуванням поїзної обстановки оперативно підбирати варіантні графіки руху. Але досліджувати різні варіанти розвитку залізничної інфраструктури потрібно у повній інтеграції, зокрема з експлуатованою системою АРМ ГДП, що відповідає за розробку графіка руху.

Перехід на інформатизацію не лише вантажних відправлень, а і порожніх вагонів, що слідують під навантаження з моменту приймання з портів, міждержавних передавальних станцій, станцій масового вивантаження дозволяє суттєво підвищити достовірність обробки даних про вагонопотоки на мережі залізниць. Це підтверджується даними аналізу використання АРМ ТВК та АРМ ПЗ станціями залізниць України з оформлення перевізних документів при відправленні вантажів у 2008-2012 рр., що наведено у табл. 1 та на рис. 1.

Аналіз оформлення документів з використанням електронного цифрового підпису при відправленні вантажу зі станцій Укрзалізниці у 2011-2012 рр. наведено у табл. 2 та на рис. 2.

Таблиця 1

Аналіз роботи АРМ ТВК та АРМ ПЗ станціями залізниць України з оформлення перевізних документів ф.ГУ-29 при відправленні вантажів та плати за користування вагонами ф.ГУ-46 у 2008-2012 рр.

Рік	ГУ-29, тис.док	ГУ-46, тис.док	ГУ-29 через АРМ ТВК	ГУ-46 через АРМ ПЗ	Оформ- лених вручну ГУ-29	Оформ- лених вручну ГУ-46	Повнота АРМ ТВК, ГУ-29 (%)	Повнота АРМ ПЗ, ГУ-46 (%)
2008	3164,8	1504,9	3123,4	1427,1	41,4	77,8	98,7	94,8
2009	1645,1	1173,0	1620,8	1143,2	24,3	29,9	98,5	97,5
2010	2797,5	1302,5	2761,5	1275,2	35,9	27,3	98,7	97,9
2011	3101,7	1392,4	3067,7	1373,0	34,1	19,4	98,9	98,6
2012	4711,2	1324,8	4679,8	1299,3	31,3	25,5	99,3	98,1

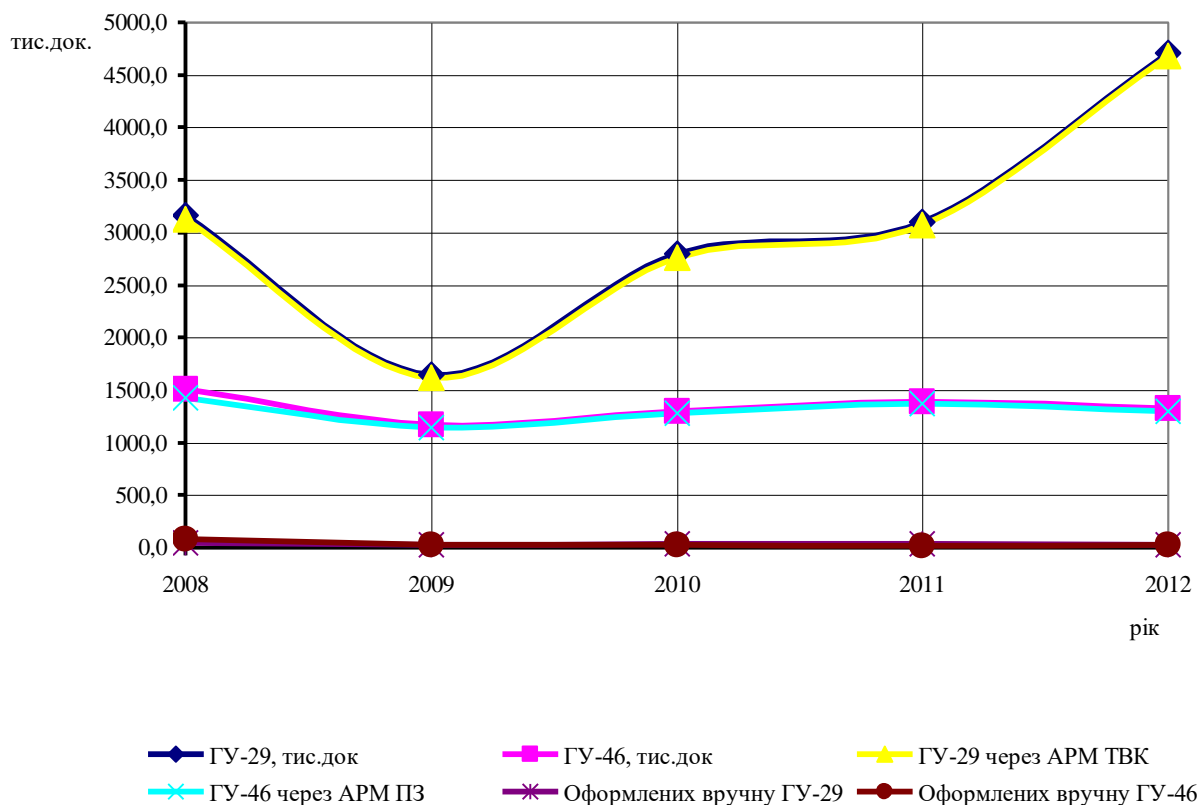


Рис. 1. Аналіз роботи АРМ ТВК та АРМ ПЗ станціями залізниць України по оформленню перевізних документів ф.ГУ-29 при відправленні вантажів та плати за користування вагонами ф.ГУ-46 у 2008-2012 рр.

Таблиця 2

Аналіз оформлення документів з використанням електронного цифрового підпису при відправленні вантажу зі станцій Укрзалізниці у 2011-2012 рр.

Рік	Оформлено документів при відправленні вантажу, тис. документів			у т.ч. в експортному сполученні			у т.ч. у внутрішньому сполученні		
	з ЕЦП	без ЕЦП	%	з ЕЦП	без ЕЦП	%	з ЕЦП	без ЕЦП	%
2011	400,9	30,1	7,5	100,3	27,6	27,6	300,6	2,5	0,8
2012	642,0	51,3	8,0	200,6	40,1	20,0	441,4	11,2	2,5

З рис. 2 слідує, що не завершена система електронного документообігу в експортному та внутрішньому сполученнях. У комп'ютерно-інтегрованій системі управління перевізним процесом, починаючи зі станцій формування поїздів,

неавтоматизовано ведення журналів вагонообігу ДУ-4, руху поїздів ДУ-2, ДУ-3 та інших форм звітності станцій з руху, комерційної та фінансово-економічної діяльності.

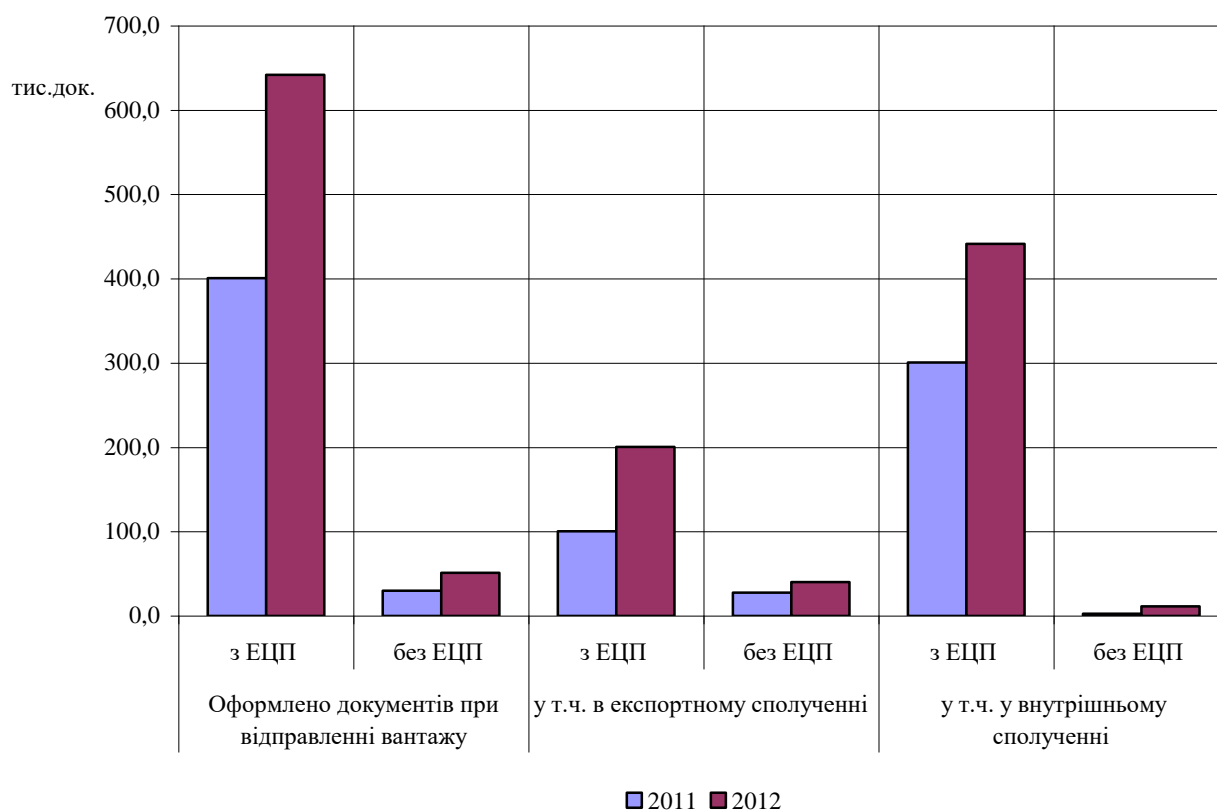


Рис. 2. Діаграма оформлення електронних документів з використанням електронного цифрового підпису при відправленні вантажу зі станцій Укрзалізниці у 2011-2012 рр.

Подальшому поширенню інформаційних технологій без автоматизації вищевказаних даних бракує, що комп'ютерно-інтегровані підсистеми Мікропроцесорної системи диспетчерської централізації «КАСКАД» (МСДЦ «КАСКАД») [5] реалізують тільки режими управління об'єктами СЦБ, а саме:

- пряме управління об'єктами СЦБ;
- управління з програмним слідкуванням – контроль правильності виконання команди управління;
- накоплений маршрут – задання запланованого маршруту, приготування якого відкладене за деяких умов руху поїздів або часу;
- прогнозне управління – формування маршрутів поїздам за прогнозними трасами та передавання їх в накопичення станції для очікування реалізації.

Основні функції, які забезпечує АРМ ДНЦ на МСДЦ «КАСКАД» при управлінні перевізним процесом, є поки що детальне відображення поїзної ситуації та стану об'єктів контролю на дільниці. Тому без повної інформатизації документообігу не розв'язується територіальний аспект планування та прогнозування вагонопотоків при умовному закріпленні відправників за отримувачами, вантажовласників з операторами перевезень, оптимізації використання рухомого складу при перевезенні вантажів, виборі оптимальних маршрутів доставки вантажів.

Для розв'язання проблеми своєчасного забезпечення навантажувальними ресурсами перевізників-власників рухомого складу подамо її у вигляді математичної моделі. Багато сучасних поширених методів дискретної оптимізації, таких як метод діленням площиною, гілок та

границь, різноманітні варіанти евристичних алгоритмів, було розроблено на прикладі задачі комівояжера. Проблему комівояжера можна подати у вигляді моделі на графі. Таким чином, вершини графу i, j відповідають вантажним станціям, а ребра (i, j) між вершинами визначають сполучення. У відповідність кожному ребру (i, j) можна поставити вагу $c_{ij} \geq 0$, яку можна розуміти як, наприклад, відстань між станціями, тривалість або вартість перевезення. Маршрутом (також гамільтоновим маршрутом) називається маршрут на цьому графі, до якого входить по одному разу кожна вершина графа. Задача полягає у відшуванні найкоротшого або економічно доцільного маршруту.

Одним із підходів до розв'язання задачі є формулювання її у вигляді задачі дискретної оптимізації, при цьому розв'язання подаються у вигляді змінних, а зв'язки у вигляді відношень нерівності між ними. Таким чином, можливо декілька варіантів. Наприклад, симетричну задачу можна подати у вигляді множини ребер V . Кожному ребру (i, j) зіставляється двійкова змінна $x_{ij} \in \{0, 1\}$, яка дорівнює 1, якщо ребро належить маршруту, та 0 в протилежному випадку. Довільний маршрут можна подати у вигляді значень множини змінних приналежності, але не кожна така множина визначає маршрут. Умовою того, що значення множини змінних визначають маршрут, є описані вершини і дуги (ребра) на рис. 3.

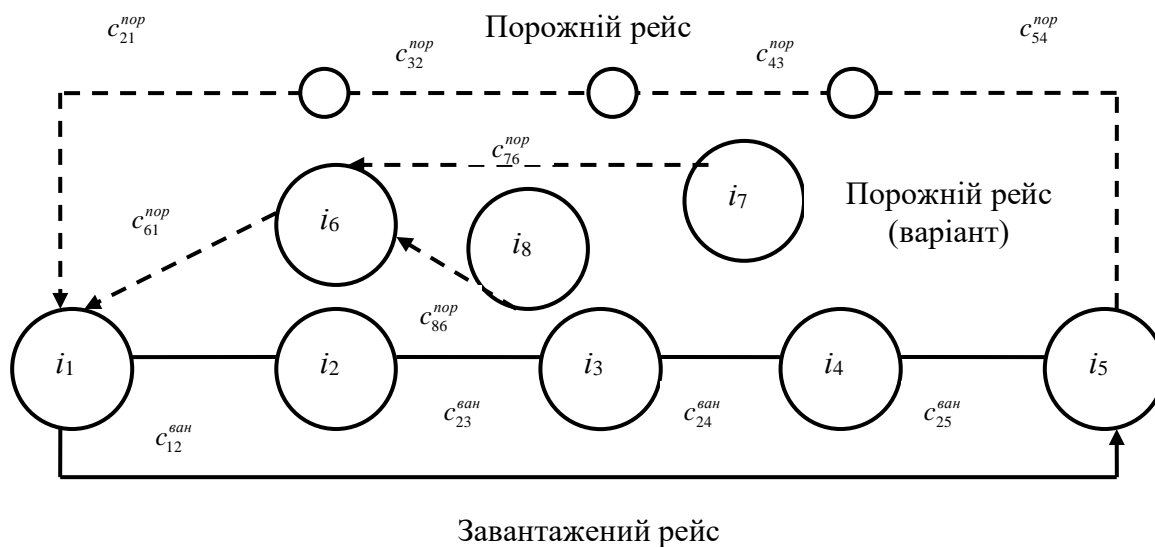


Рис. 3. Можливі схеми забезпечення порожніми вагонами маршрутного навантаження користувача залізничних послуг i_1

Умова кратності: кожна вершина повинна мати одне вхідне та одне вихідне ребро маршруту.

Кожна вершина має сполучатись через пару ребер з рештою вершин, тобто через вхідне та вихідне ребро:

$$\forall i \in V, \sum_{j \in V \setminus \{i\}} x_{ij} = 2. \quad (1)$$

Цикли: змінні задовольняють умову кратності, але не визначають маршрут. Описані раніше умови кратності виконуються не лише маршрутами, а й

значеннями змінних, що відповідають відокремленим циклам, де кожна вершина належить лише одному циклу (рис. 4). Аби уникнути подібних випадків, мають виконуватись так звані нерівності циклів (або умови усунення підмаршрутів) [7]. Цими нерівностями визначалась додаткова умова того, що кожна множина вершин

$S \subset V$ є або порожньою, або містить всі вершини, що сполучаються з рештою вершин через щонайменше два ребра:

$$\sum_{i \in S, j \notin S} x_{ij} \geq 2. \quad (2)$$

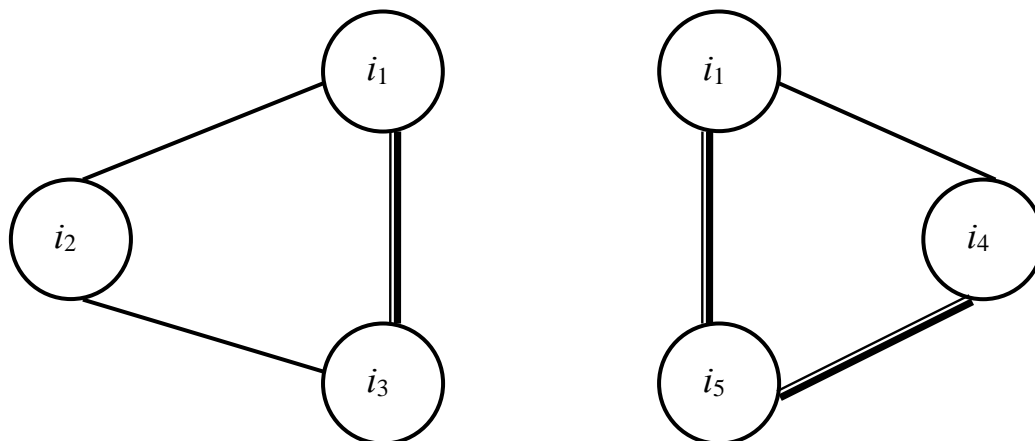


Рис. 4. Можливі розташування пунктів утворення порожніх вагонопотоків

Для всіх множин вершин $1 \leq |S| \leq |V| - 1$. Ця сума дорівнює сумі ваги ребер маршруту між вершиною $i \in S$ та вершиною $j \notin S$. Аби усунути зайві нерівності, можна обмежитись множинами вершин S з щонайменше двома та щонайбільше $|V| - 2$ вершинами. На рис. 4 ребра $\{i, j\}$ з вагами $x_{ij} = 1$ відмічено товстішими лініями, а решта ребер має вагу $x_{ij} = 0$. Введення додаткових умов (2) для множини вершин S , що складається з трьох лівих вершин, буде гарантувати, щоб S сполучалась через щонайменше два ребра маршруту з трьома вершинами справа, аби усунути обидва цикли. Кількість нерівностей усунення циклів

відповідно до [8] Данцига, Фалкерсона та Джонсона дорівнює $2^n - 2(n - 1)$.

В 1960 році Міллер (англ. Miller), Такер (англ. Tucker) та Землін (англ. Zemlin) винайшли альтернативні умови усунення під шляхів шляхом введення n нових змінних, які визначають порядок відвіданих міст, що потребує лише $n^2 - n + 1$ додаткових нерівностей. Більше того, через двійковість x_{ij} у формулюванні Міллера, Такера та Земліна задача комівояжера залишається NP-складною.

Так, кожен вектор $x = (x_{ij})_{i, j \in V}$ з елементами, які дорівнюють 0 та 1, що задовольняє всі нерівності, визначає коректний маршрут, який є розв'язком переформульованої задачі комівояжера [9]

$$\min \left\{ \sum_{i \in V} \sum_{j \in V \setminus \{i\}} c_{ij} x_{ij} \mid x \text{ valid (1) (2), } x_{ij} \in \{0, 1\} \right\}. \quad (3)$$

Оскільки змінні x_{ij} мають значення лише 0 та 1, сума дорівнює загальній довжині або вартості c_{ij} ребер $\{i, j\}$, що належать маршруту.

Кількість нерівностей типу (2) зростає експоненційно разом зі збільшенням кількості вантажних станцій, оскільки майже кожна з $2^{|V|}$ підмножин вузлів визначає одну нерівність. Цю проблему можна вирішити застосуванням методу відсічення площиною, завдяки якому нерівності додаються лише тоді, коли ці нерівності дійсно необхідні. З використанням правил задачі комівояжера розроблена програма та виконані техніко-економічні розрахунки доцільності відправницьких маршрутів [10], які довели правильність даного підходу.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Унаслідок майже 100% впровадження АРМ ТВК, АРМ ПЗ, АРМ комерційного агента на мережі залізниць України потрібно створити концепцію інтегрованої технології управління рухом вантажних поїздів за розкладом, особливо при розмежуванні пасажирського та вантажного руху на мережі міжнародних транспортних коридорів.

Підвищення рівня маршрутизації та передбачення «жорстких» ниток графіка дозволило збільшити маршрутну швидкість вантажних поїздів при зростанні порожнього пробігу. До того ж при недостатньому випуску нових вантажних вагонів залізниці несвоєчасно обслуговують потреби вантажовласників.

Усі діючі підсистеми комерційного спрямування морально старіють, тому розвиток їх у напрямку електронного документообігу при роботі з вантажовласниками потребує наскрізної автоматизації всіх взаємопов'язаних процесів забезпечення вантажних перевезень – комплексної взаємодії з клієнтами залізничного транспорту, залізничними адміністраціями країн СНД, Балтії та інших країн Європи, організації безпечного та швидкого руху поїздів, ефективного використання рухомих та стаціонарних засобів залізничного транспорту України (вагонів, локомотивів, контейнерів, колійного господарства і т. ін.), фінансово-економічної діяльності функціональних підрозділів Укрзалізниці та залізниць України при здійсненні вантажних перевезень.

Список літератури

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. №1555-р.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/](http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/) 10.12.2009. – Загол. з екрану.
2. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки. В редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 р. №1106 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1106-2011-p](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1106-2011-p). – Загол. з екрану.
3. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України [Текст]. – К.: Транспорт України, 2005. – 96 с.
4. На казахстанских железных дорогах началась эксплуатация новых электронных систем российской разработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www/URL: http://www.gudok.ru/1520/news/detail.php?ID=451230](http://www.gudok.ru/1520/news/detail.php?ID=451230). – Загол. с экрана.

5. Данько, М.І. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «КАСКАД» [Текст]/ М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов, В.І. Троценко, М.М. Чепцов: навч. посібник. – Харків, 2005. – 176 с.
6. Кулешов, А.В. Аналіз рівня інформатизації в різних системах обслуговування вантажовласників на станціях залізничних вузлів [Текст] / А.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 136-142.
7. Левитин, А.В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ [Текст] / А.В. Левитан. — М.: Вильямс, 2006. — С. 159-160.
8. Ахо, А. Построение и анализ вычислительных алгоритмов [Текст] / А. Ахо, Дж. Хопкрофт, Дж. Ульман. — М.: Мир, 1979.
9. Bernhard Korte, Jens Vygen Combinatorial Optimization 3. — Springer, 2006. ISBN 3-540-25684-9
10. Кулешов, А.В. Удосконалення функціонування автоматизованої системи «Месплан» з метою прогнозування обсягів перевезень [Текст] / А.В. Кулешов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 4/4(46). – С. 9-12.

Ключові слова: автоматизоване робоче місце, відправницький маршрут, диспетчерська централізація, задача комівояжера, інформаційна технологія, операція, оптимізація, перевізний документ, електронний цифровий підпис.

Анотації

Проведений аналіз використання АРМ ТВК, ПЗ, електронного цифрового підпису станціями залізниць України з оформлення перевізних документів при відправленні вантажів у 2008-2012 рр. Виділені основні питання інформаційного забезпечення розв'язання задачі моделювання маршрутних перевезень масових вантажів. Розв'язання проблеми своєчасного забезпечення перевізниками-власниками рухомого складу навантажувальними ресурсами подано на прикладі задачі комівояжера.

Проведен анализ использования АРМ ТВК, ПР, электронной цифровой подписи станциями железных дорог Украины по оформлению перевозочных документов при отправлении грузов в 2008-2012 гг. Выделены основные вопросы информационного обеспечения решения задачи моделирования маршрутных перевозок массовых грузов. Решение проблемы своевременного обеспечения перевозчиками-владельцами подвижного состава погрузочными ресурсами представлено на примере задачи коммивояжера.

The analysis of the use of ARM freight clerk, employee receiving the goods, digital signatures railway stations of Ukraine on registration of transport documents when sending goods to 2008-2012, The basic issues of information security solutions of the problem of modeling route transportation of bulk goods. Solving the problem of ensuring the timely loading resources carriers owning the rolling stock is represented by the example of the traveling salesman problem.

**ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ СИСТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ
ДЛЯ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИПОРТОВИХ
ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ З ОБСЛУГОВУВАННЯМ
КОНТЕЙНЕРНИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ**

**THE APPLICATION OF SYSTEMATIC ANALYSIS PRINCIPLES
ON THE FUNCTIONING OF PORT FREIGHT STATIONS WITH
CONTAINER FREIGHT TRAFFIC PROCESSION**

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

Постановка проблеми. Згідно зі Стратегією розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, одним із напрямків її реалізації є поліпшення економічної стабільності галузі. В умовах збільшення вантажообігу на залізницях останніми роками та, зокрема, зростання експортно-імпортного вантажопотоку виникає необхідність відповідності технологічної схеми організації роботи припортових станцій та їх технічних потужностей саме експортно-імпортному характеру переробки вантажів.

Стабільне зростання міжнародної торгівлі дозволяє морським торговим портам нарощувати вантажопереробку, зокрема у контейнерному способі перевезення вантажів, і залучати зарубіжні інвестиції для розвитку портових перевантажувальних комплексів у той час, коли на залізницях таких можливостей практично немає.

Останніми роками значно розширилася номенклатура вантажів, що вивантажуються у морських портах. Намітилась тенденція зростання обсягів контейнерних перевезень через морські порти з перевалкою на залізничний транспорт. В результаті на залізниці різко

збільшилися обсяги сортувальної та маневрової роботи з підбирання й розстановки вагонів на багатьох фронтах і дільницях портів. Морські торгові порти при збільшенні своїх потужностей повинні отримати технічні умови від залізниці для розвитку залізничної інфраструктури припортових станцій. Але надані залізницею технічні умови не завжди відповідають реальним обсягам вантажу, що надходить, через невідповідність технічного оснащення сучасному рівню й характеру вантажоперевезень та відсутність такої технології роботи, яка б була орієнтована на управління місцевими потоками вантажів з урахуванням специфіки та впливу кожної складової на загальний результат транспортного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у розробку організації технологічного процесу вантажних перевезень з метою підвищення рівня взаємодії різних видів транспорту, транспортного та інформаційного забезпечення зробили дослідження вчених Дьоміна Ю.В., Кірпи Г.М., Козлова В.Є., Котенка А.М., Нагорного Є.В., Негрея В.Я., Персианова В.О., Повороженка В.В.,

Полякова А.О., Смахова А.О., Топчієва М.П., Яновського П.О. та інших видатних вчених.

Мета дослідження: Великі обсяги місцевої роботи, а також значна частка експортно-імпортних перевезень, що організуються у взаємодії з іншими видами транспорту, і, в першу чергу, з морським, визначають особливості функціонування залізничних перевезень на припортових станціях. Вони вимагають не тільки застосування типових технологічних рішень з організації транспортного процесу, але й розробки технологій, що враховують специфіку роботи окремих вантажних напрямків. Тому наразі є актуальним пошук ефективної технології місцевої роботи припортових станцій з виконанням операцій з контейнерними вантажами, що взаємодіють з морськими портами. Основною метою дослідження є розробка методології системного аналізу функціонування виділених у систему об'єктів з обслуговування універсальних контейнерних вагонопотоків для виявлення поведінки та ефективності системи за допомогою математичної та імітаційної моделей.

Основна частина. Досягнення рівня комплексної та високоефективної мережі контейнерних перевезень, як на внутрішньодержавному, так і на міжнародному рівнях, означає необхідність усунення бар'єрів для швидкого і безперешкодного переміщення вантажів. Однією з виконавчих ланок процесу переміщення контейнерних вантажів є безпосередньо припортові вантажні станції, що здійснюють основну перевалочну роботу з вантажами, які надходять до портів, та відповідну сортувальну роботу з підбору вагонів за окремими районами і причалами порту згідно зі спеціалізацією вантажних фронтів та формуванням маршрутів і передавальних поїздів до сортувальної станції.

На сьогодні склалася ситуація, при якій переробна спроможність припортових станцій і пропускна спроможність дільниць

на підходах до портів не відповідає переробній спроможності портів. Така диспропорція між пропускною спроможністю станцій і переробною спроможністю портів продовжує збільшуватися. Тому на сьогодні необхідно залучення капіталовкладень для розвитку припортових залізничних вузлів і ліквідації диспропорції між ними і портовими терміналами.

Процес взаємодії припортових вантажних станцій та опорних сортувальних станцій при здійсненні перевізного процесу у відношенні контейнерних вантажів необхідно розглядати з позиції раціоналізації часу знаходження вагонів з контейнерними вантажами на припортовій вантажній станції з метою прискорення обігу вагонів та ефективного використання спеціального вагонного парку для транспортування контейнерів. При рішенні питання удосконалення технології роботи припортових вантажних станцій та взаємодії їх із сортувальними до розгляду слід прийняти не лише ті поїзди, що надходять у переробку до сортувальної станції, а й контейнерні маршрутні поїзди. Хоча такі поїзди не заходять до сортувальної станції, але для їх обслуговування необхідні оснащені термінали на припортових вантажних станціях, оскільки вони є кінцевими пунктами прямування таких маршрутів.

Найбільший вплив на технологію виконання операцій із складами поїздів і вагонами надає нерівномірне надходження поїздів у переробку до сортувальної станції, де певний технологічний темп переробки вагонів залежить від наявної переробної спроможності сортувальних пристроїв і виділених маневрових засобів. Якщо інтервал між розбірними поїздами, що надходять в переробку, більше гіркового технологічного інтервалу, то створюється резерв у використанні маневрових засобів і сортувальних пристроїв. Якщо інтервал прибуття менше

гіркового технологічного інтервалу, то цей резерв швидко зменшується. До того ж, через великі непродуктивні простой при зайнятості всіх колій приймання в парку прибуття неможливо прийняти розбірні поїзди, які простоюють біля вхідного світлофора або їх вимушені залишати на проміжних станціях.

Одним з важливих резервів скорочення простоїв вагонів на вантажних станціях є скорочення часу переробки вагонопотоків, що надходять з сортувальних станцій в результаті скорочення кількості груп вагонів, що проходять повторний підбір за вантажними фронтами станції та порту. Відомо, що швидкість розпуску составів на сортувальній гірці знаходиться у зворотній залежності від кількості відцепів в ньому, тому величина відчепа суттєво впливає на тривалість виконання операцій розформування-формування поїздів. Більш детальний підбір груп вагонів окремо за вантажними фронтами при здійсненні сортувальної роботи на сортувальній станції дозволить скоротити час на переробку вагонів на вантажній станції.

У свою чергу це суттєво прискорить час на переробку вагонопотоків внаслідок того, що збільшиться середня величина відчепа на вантажній станції, оскільки сортування вагонів буде проводитись лише за коліями призначення кожного відчепа, а не кожного вагона окремо.

Як система до розгляду приймається фізична сукупність об'єктів з обробки вагонопотоків для перевезення універсальних контейнерів, що складається з припортової вантажної станції з обслуговуванням універсальних контейнерних потоків та порту, що знаходиться у безпосередній взаємодії із припортовою станцією (СС-ВС-П) (див. рисунок). Оскільки проблема скорочення часу простою вагонів, а як наслідок – мінімізації витрат ресурсів, відноситься до усіх структурних підрозділів даної системи, то проблема у територіальному,

функціональному та технологічному відношенні охоплює сукупність усіх об'єктів.

З огляду на визначеність системи, що розглядається, необхідно виділити такі її підсистеми (див. рисунок):

- опорна сортувальна станція;
- припортова вантажна станція.

Оскільки порт розглядається лише з позиції одного з кінцевих пунктів прямування досліджуваних вагонопотоків, доцільним є виділення його як окремого елемента системи. Основними об'єктами O_i станції є такі:

- парк прибуття (O_1);
- сортувальні пристрої – сортувальний парк (O_2);
- вантажні фронти станції (O_3);
- дільниця з'єднувальні колії – порт (O_4);
- парк відправлення (O_5).

Одним з центральних понять теорії систем є поняття системи, визначене у теоретико-множинних термінах [2]:

$$S \subset \otimes \{O_i, i \in I\}, \quad (1)$$

де O_i – вага компоненти; $i \in I$ – декартова множина добутку O_i , що називається об'єктами системи St ; I – множина індексів.

Система функціонує у часі; у кожен момент часу система може перебувати в одному з можливих своїх станів. Процес функціонування відбувається як послідовна зміна станів системи S_{ti} під дією зовнішніх і внутрішніх факторів.

Множину моментів часу t_i , у які розглядається функціонування системи, позначимо T , $t_i \in T$.

На вхід системи можуть надходити вхідні сигнали $v \in V_t$, де V_t – множина вхідних сигналів системи. Відносно системи СС-ВС-П вхідними сигналами є інформація про надходження у розформування поїздів з вагонами для перевезення контейнерів з сортувальної

станції на адресу припортової вантажної станції та самі поїзди, що прибувають у парк приймання.

Система спроможна видавати вихідні сигнали $w \in W_t$, де W_t – множина вихідних сигналів системи. Вихідний сигнал, що видається системою в момент часу $t \in T$, позначається w_i . Для системи, що розглядається, вихідними сигналами є відправлені поїзди формування вантажної станції.

Стан системи в даний момент часу S_t визначається попередніми станами та вхідними сигналами, що надійшли в даний момент часу й раніше. Вихідний сигнал у даний момент часу визначається станами системи та вхідних сигналів, що відносяться до даного й попереднього моментів часу. Ці два припущення відображають реакцію системи на внутрішні фактори й впливи зовнішнього середовища: післядію й принцип фізичної спроможності до реалізації.

Стан системи з обробки залізничних контейнерних вагонопотоків S_t в момент часу t можна задати виразом

$$S(t) = h(S_{0t}; t; V_t; W_t; R_t), \quad (2)$$

де h – вектор стану системи;

S_{0t} – початковий стан системи;

t – час моделювання;

V_t – вхідні сигнали системи;

W_t – вихідні сигнали системи;

R_t – ресурси системи.

Внутрішню зміну стану системи S_t з певними умовами необхідно розуміти як обмін та перерозподіл ресурсів R_t . Згідно з класифікацією, запропонованою у [3], як ресурси системи розглядаються такі: експлуатаційні ресурси парку рухомого складу та його окремих одиниць M_t (вагони для перевезення контейнерів, що знаходяться у кореспонденції припортової вантажної станції, на адресу сортувальної станції або порту), паливно-енергетичні ресурси P_t (витрачене паливо при виконанні маневрової роботи на сортувальній та вантажній станції) та виробничі ресурси обладнання, цивільних споруд та інших видів основних фондів ремонтних підрозділів B_t (колійний розвиток, технічні механізми для обслуговування вагонів).

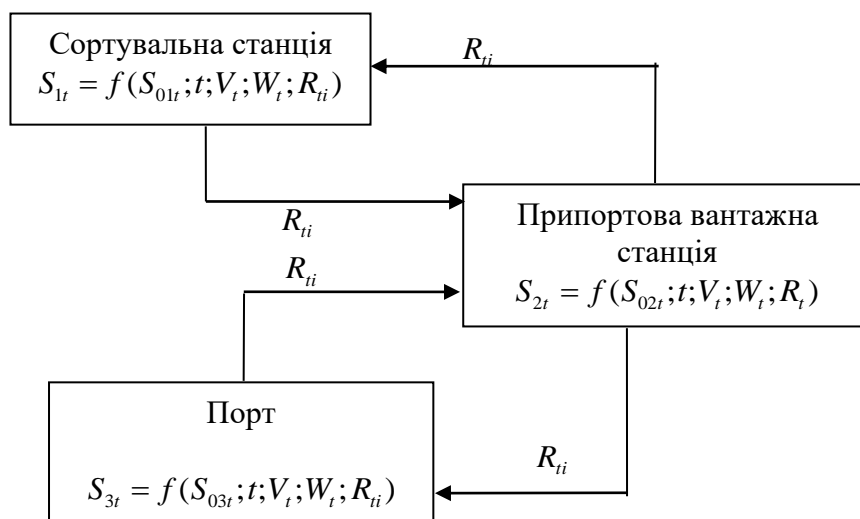


Рис. Загальна структурно-функціональна схема взаємодії складових системи СС-ВС-П

Вихідними даними задачі оперативного управління функціонування системи СС-ВС-П є інформація про структуру системи, про значення технічних характеристик елементів системи, до яких відносяться кількість колій у парках станцій та на вантажних фронтах з їх оснащенням навантажувально-розвантажувальними механізмами, кількість працюючих маневрових локомотивів й оперативна інформація про стан системи у попередні моменти часу $t_0 - 2, t_0 - 1, t_0$. Розрахунок параметрів кожного режиму функціонування здійснюється у момент часу t_0 з випередженням $1, 2, 3, \dots, t$, з урахуванням вимог щодо припустимості режиму. Як критерій оптимізації режиму функціонування будемо розглядати адитивний критерій мінімуму експлуатаційних витрат на обробку вагонів

з контейнерами, що надходять у систему СС-ВС-П [4].

Висновки. У реальних умовах процесу переробки вагонопотоків для перевезення контейнерних вантажів виникають ситуації невизначеності, які не піддаються вимірам й автоматичній ідентифікації. Управлінський (черговий і диспетчерський) персонал приймає рішення, користуючись досвідом, інтуїцією й оцінкою лінгвістичних змінних.

Застосування принципів системного аналізу дає можливість визначення раціональних режимів функціонування системи, що розглядається, для створення автоматизованого робочого місця управлінсько-виконавчого персоналу комплексу, який в реальному часі дозволяє приймати технічно та технологічно обґрунтовані рішення щодо процесів обробки вагонопотоків для контейнерних перевезень.

Список літератури

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. №1555-р: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/](http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/) 10.12.2009. – Загол. з екрану.
2. Матвеев, Ю.Н. Основы теории систем и системного анализа: учеб. пособие [Текст]/ Ю.Н. Матвеев. – 1-е изд. – Тверь: ТГТУ, 2007. – 100 с. – Ч. 1.
3. Данько, М.І. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01 / М.І. Данько: [Харк. нац. акад. міськ. госп.]. – 2005. – 40 с.
4. Шелехань, Г.І. Математична постановка задачі раціоналізації функціонування припортової вантажної станції [Текст]/ Г.І. Шелехань // Вісник науковця. Науково-популярний журнал. – 2010. – № 1. – С. 167-171.

Ключові слова: системний аналіз, припортова вантажна станція, контейнерні потоки.

Анотації

Розглянуто питання відповідності технології роботи припортових вантажних станцій з переробкою контейнерних вантажопотоків сучасному експортно-імпортному характеру переробки вантажів. Визначено функціонування таких станцій за допомогою системних принципів. Виділено основні характеристики системи з обслуговування контейнерних вантажопотоків та побудовано загальну структурно-функціональну схему взаємодії її підсистем.

Рассмотрены вопросы соответствия технологии работы припортовых грузовых станций с переработкой контейнерных грузопотоков современному экспортно-импортному характеру переработки грузов. Определено функционирование таких станций посредством системных принципов. Выделены основные характеристики системы обслуживания контейнерных грузопотоков и построена общая структурно-функциональная схема взаимодействия ее подсистем.

The problems of port freight stations with container freight traffic procession working technology according to the modern export-import character of processing of loads are considered. functioning of these stations by means system principles is certain. basic descriptions of the with container freight traffic procession system are selected and it was built the general structural-functional diagram of co-operation of its subsystems.

УДК 656.073.23

Асн. О.О. Шапатіна

Postgraduate O.O. Shapatina

**ВИЗНАЧЕННЯ СФЕРИ ЕФЕКТИВНОСТІ
БІМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**DEFINING THE SCOPE OF THE EFFECTIVENESS
OF BIMODAL TRAFFIC**

Представив д-р техн. наук, професор О.М. Озар

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. В сучасних умовах актуальною задачею для залізничного транспорту є перерозподіл частини вантажу, що перевозиться автомобільним транспортом, на залізничний транспорт та забезпечення можливості перевезень вантажів "від дверей до дверей" з найменшими витратами енергетичних ресурсів та забрудненням навколишнього середовища. При цьому залізницям відводиться вирішальна роль у змішаних перевезеннях вантажів.

Досвід економічно розвинутих країн доводить, що ефективність міжнародних автомобільно-залізничних перевезень зростає. За оцінками спеціалістів, для України, яка має стійкі автомобільні

зв'язки з державами Центральної та Західної Європи, а також з країнами СНД, розвиток комбінованих перевезень має стратегічний характер. Найбільшого ефекту на ринку транспортних послуг можна досягти завдяки організації комбінованих перевезень у мережі міжнародних транспортних коридорів [1].

Слід відмітити тенденції росту обсягів змішаних перевезень у всіх країнах, особливо у Європі, у зв'язку із створенням загальноєвропейського внутрішнього ринку. Фактором, що стимулює збільшення обсягів змішаних перевезень, є також відкриття тунелю під Ла-Маншем та вживання Росією заходів спільно з європейськими фірмами щодо організації транспортних коридорів «Схід-Захід» та «Північ-Південь».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання змішаних, комбінованих, інтермодальних перевезень у міжнародному сполученні висвітлювались у роботах таких вчених, як: Аветикян М.А., Бутько Т.В., Гаджинський А.М., Галабурда В.Г., Данько М.І., Донченко А.В., Дьомін Ю.В., Кірпа Г.М., Котенко А.М., Крупа А.Г., Ломотько Д.В., Мироненко В.К., Миротин Л.Б., Мямлін С.В., Павленко А.П., Пшінько О.М., Савчук О.М., Тітов Н.Ф., Троцький М.В., Яновський П.О. та інших вітчизняних і закордонних вчених.

Метою статті є визначення сфери ефективності бімодальних перевезень в Україні.

Виклад основного матеріалу. Розвиток автомобільних шляхів загального користування відстає від темпів автомобілізації країни. Протягом 1990-2010 рр. їх протяжність практично не збільшувалася. Щільність автомобільних шляхів в Україні у 6,6 разу менша, ніж у Франції (відповідно 0,28 та 1,84 км доріг на 1 км² площі країни). Протяжність швидкісних шляхів в Україні становить 0,28 тис. км, у Німеччині – 12,5 тис. км, у Франції – 7,1 тис. км, а рівень фінансування одного кілометра автошляхів в Україні відповідно у 5,5-6 разів менший, ніж у зазначених країнах.

Незадовільним є транспортно-експлуатаційний стан автошляхів: 51,1% не відповідає вимогам за рівністю, 39,2% — за міцністю. Середня швидкість руху на автошляхах України у 2-3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах [2].

Останнім часом Єврокомісією активно підтримуються науково-технічні проекти, які спрямовані на розвантаження автошляхів від вантажних перевезень. Внаслідок такої політики в країнах Євросоюзу постійно удосконалюються технічні засоби комбінованого транспорту та технології перевезень [3].

На сьогодні через Україну курсують маршрутні контейнерні поїзди та поїзди комбінованого транспорту. З усіх видів комбінованих перевезень залізницями з різною шириною колії донедавна основними були контейнерні. Водночас територію України щорічно перетинають тисячі автопоїздів вітчизняних та іноземних власників. Контрейлерні перевезення давно і успішно застосовуються в західних країнах. Найбільш цікавий варіант контрейлерних перевезень – це використання роудрейлерів (бімодальний транспорт). Роудрейлери - це контейнери або причеми з комбінованою ходовою частиною, здатні пересуватися як по автостраді, так і по рейках. Роудрейлери можуть кріпитися і до автомобіля-тягача, і до локомотива, утворюючи цілі поїзди. Роудрейлер перевозить вантаж на 12% більше, ніж традиційний контрейлер [4].

Роудрейлерна (бімодальна) технологія перевезення контейнерів RailRunner [5] базується на експлуатації спеціальних платформ, що транспортуються, як з використанням автомобільної тяги, так і залізничної колії шляхом встановлення платформи на спеціальні візки.

Різні автори обґрунтовують доцільність використання бімодальних перевезень для різних обсягів вантажу та на різних відстанях, базуючись на різних критеріях оптимальності.

Оптимальний обсяг вантажів при бімодальних та автомобільних перевезеннях можна визначити мінімізуючи витрати на транспортування вантажів. Сумарні витрати на перевезення вантажів при бімодальних та автомобільних перевезеннях визначаються за формулами (1) та (2) відповідно

$$P_{\text{бім}} = QC_1 E_n + Q_p L \left(a_1 + \frac{b_1}{Q} \right) + 2Q_p \left(a_2 + \frac{b_2}{Q} \right) + Q_p L E_n \left(a_3 + \frac{b_3}{Q} \right) + Q(E_{\text{зб1}} + E_n l_{\text{зб1}}) + Q_p LC_1 \frac{E_n}{365k_{\text{зм1}} \lg(1+Q)}, \quad (1)$$

$$P_{авт} = QC_2E_n + Q_p L(d_1 + \frac{f_1}{Q}) + 2Q_p (d_2 + \frac{f_2}{Q}) + Q_p LE_n (d_3 + \frac{f_3}{Q}) + Q(E_{зб2} + E_n l_{зб2}) + Q_p LC_2 \frac{E_n}{365k_{зм2} \lg(1 + Q)}, \quad (2)$$

де Q – обсяг вантажів, що перевозяться за рейс, т, $Q = 1000 \div 5000$;

C_1, C_2 – вартість перевезення 1 т вантажів, грн, $C_1 = 120, C_2 = 130$;

E_n – коефіцієнт нерівномірності прибуття або відправлення вантажів, $E_n = 0,15$;

Q_p – обсяг перевезень вантажів за рік, т, $Q_p = 730000$;

L – середня відстань перевезень, км, $L = 1650$;

a_1, d_1 – змінні поточні транспортні витрати на 1ткм, грн, $a_1 = 0,00121, d_1 = 0,03269$;

b_1, f_1 – умовно-постійні поточні транспортні витрати на 1ткм, грн, $b_1 = 0,04848, f_1 = 0,07676$;

a_2, d_2 – змінні витрати на навантаження-вивантаження 1 т вантажів, грн, $a_2 = 0,07676, d_2 = 0,171$;

b_2, f_2 – умовно-постійні витрати на навантаження-вивантаження 1 т вантажів, грн, $b_2 = 4,968, f_2 = 0,404$;

a_3, d_3 – змінні одноразові транспортні витрати на 1ткм, грн, $a_3 = 0,00036, d_3 = 0,00431$;

b_3, f_3 – умовно-постійні одноразові транспортні витрати на 1ткм, грн, $b_3 = 0,00714, f_3 = 0,00516$;

$E_{зб1}, E_{зб2}$ – річні змінні поточні витрати на збереження 1 т вантажів, грн, $E_{зб1} = 764, E_{зб2} = 772$;

$l_{зб1}, l_{зб2}$ – відповідні одноразові витрати на збереження 1 т вантажів, грн, $l_{зб1} = 11,6, l_{зб2} = 13,2$;

$k_{зм1}, k_{зм2}$ – коефіцієнт, що коректує зміну швидкості доставлення в залежності від кількості вантажу, $k_{зм1} = 124,4, k_{зм2} = 25,8$.

Згідно з експертними оцінками, а також даними Державного комітету статистики були прийняті граничні значення цих параметрів [6]. Змінюючи величину Q для порівнювальних варіантів організації перевезень, можливо визначити оптимальну зону ефективності показників використання бімодальних і автомобільних перевезень, яка забезпечує найменші експлуатаційні витрати у порівнянні з іншими варіантами організації перевезень вантажів.

За результатами зміни величини Q побудовано графічну залежність сумарних витрат на перевезення вантажів від обсягу перевезень вантажів при бімодальних та автомобільних перевезеннях (рис. 1).

Як видно з наведеної графічної залежності, сумарні витрати на перевезення вантажів при автомобільних перевезеннях при однакових обсягах перевезень Q, Q_p та на однакову відстань перевезень L у декілька разів вище, ніж при бімодальних. Це підтверджує доцільність організації перевезення вантажів бімодальними

поїздами. Перевіримо тенденцію зміни витрат на бімодальні перевезення при обсягах перевезень $Q=1000, 2000, 3000, 4000, 5000$ т, які мають значення $\Delta P_1=735774, \Delta P_2=765260, \Delta P_3=773399,$

$\Delta P_4=776921$ т. Тобто спостерігається тенденція до збільшення темпу витрат при зростанні обсягу перевезень вантажів. Звідси доцільно оцінити оптимальний обсяг вантажів для бімодальних перевезень.

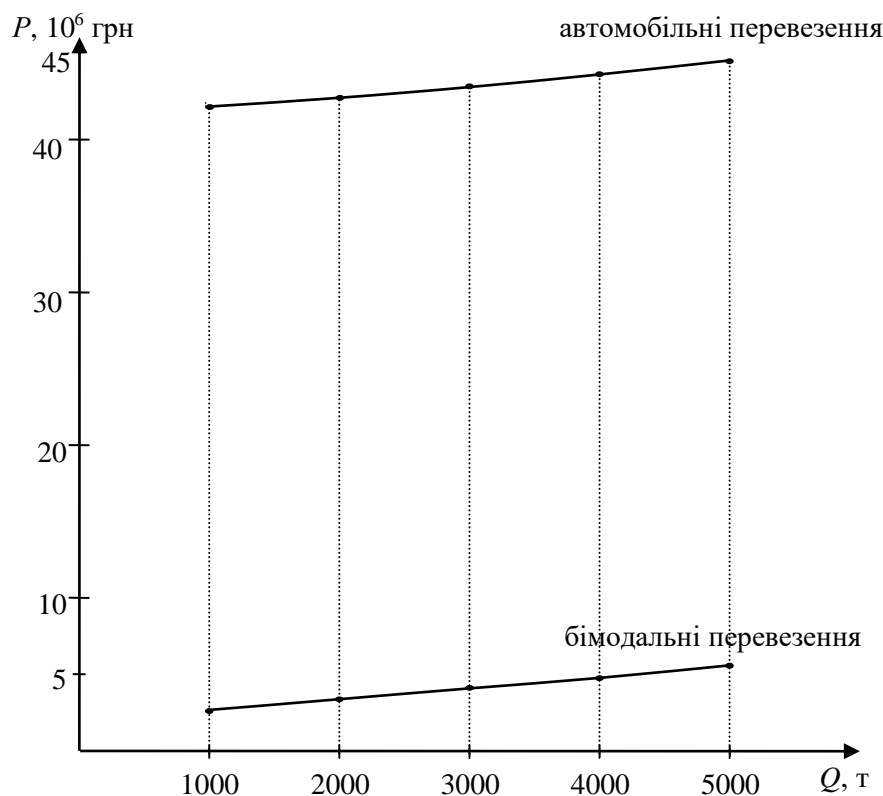


Рис. 1. Залежність сумарних витрат на перевезення вантажів від обсягу перевезень вантажів при бімодальних та автомобільних перевезеннях

Подамо формулу (1) у такому вигляді:

$$P_{\text{бim}} = A + B + C + D + E + F, \quad (3)$$

де A – витрати на перевезення вантажів, $A = QC_1E_n$;

B – поточні транспортні витрати,

$$B = Q_p L(a_1 + \frac{b_1}{Q});$$

C – витрати на навантаження-

вивантаження вантажів, $C = 2Q_p(a_2 + \frac{b_2}{Q});$

D – одноразові транспортні витрати,

$$D = Q_p L E_n (a_3 + \frac{b_3}{Q});$$

E – витрати на збереження вантажів,

$$E = Q(E_{361} + E_n l_{361});$$

F – витрати на доставляння вантажу по прибутті або відправленні,

$$F = Q_p L C_1 \frac{E_n}{365k_{361} \lg(1+Q)}.$$

Як видно з наведеного, при збільшенні обсягу перевезень вантажів Q складові A та E зростають, оскільки залежать від Q прямо пропорційно, а інші показники не змінюються, тому об'єднаємо їх в одну групу. Складові B, C, D, F – зменшуються, оскільки в формулі (3) Q обернено пропорційно шуканому параметру, і входять в другу групу. Просумуємо складові A та E між собою, а B, C, D і F між собою, отримаємо $K = A + E, Z = B + C + D + F$. Тоді витрати подамо як $P_{\text{бім}} = K + Z$, причому у цьому виразі параметр витрат K зростає, а параметр витрат Z зменшується.

Теоретично можна визначитися з точкою темпу зміни витрат за $P_{\text{бім}} = f(K, Z)$, взявши другу похідну, але у зв'язку із складністю та громіздкістю теоретичного розв'язання задачі, розглянемо її графічно. Побудуємо залежність $P_{\text{бім}} = f(K, Z)$, щоб визначитися з тенденцією впливу цих двох груп параметрів на темп зміни витрат. Покажемо, що оптимальне значення Q_{opt} залежить від Q_p , для цього задамося трьома значеннями $Q_{p1} = 730000$ т, $Q_{p2} = 800000$ т, $Q_{p3} = 600000$ т.

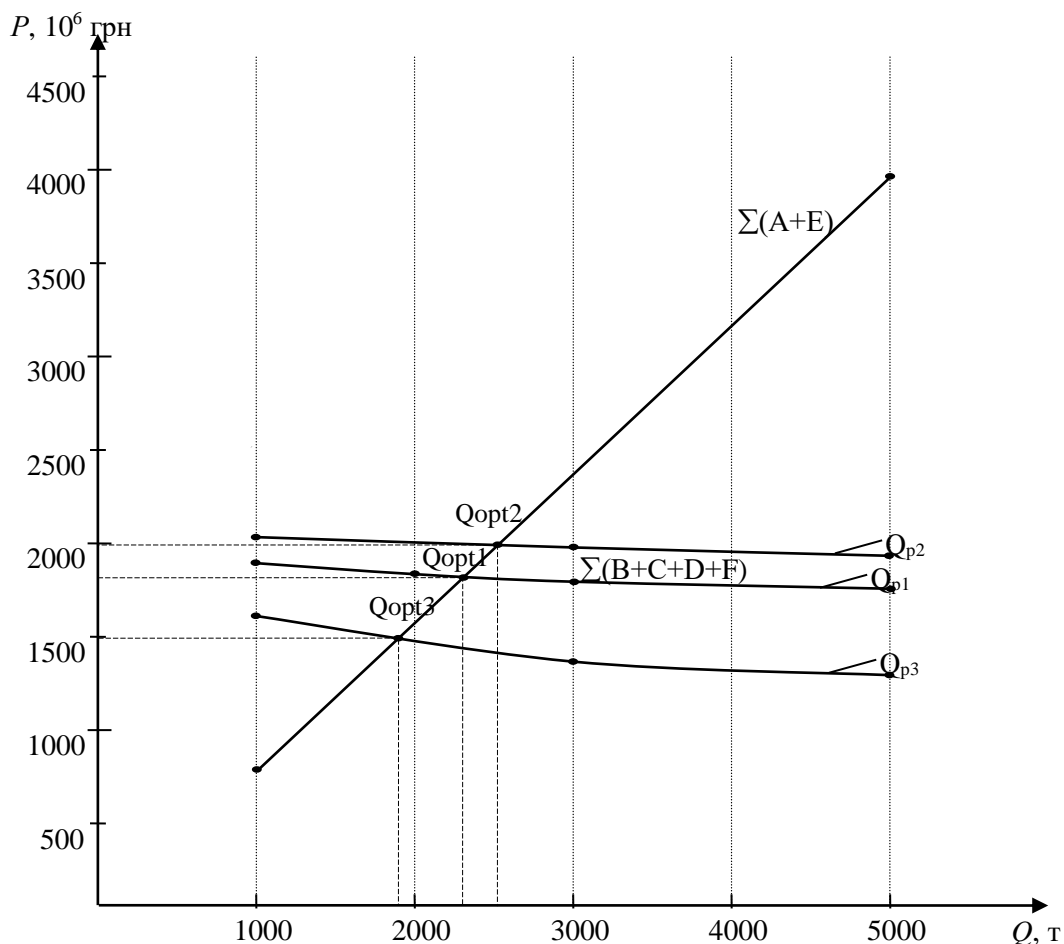


Рис. 2. Залежність сумарних витрат на перевезення вантажів від обсягу перевезень вантажів при бімодальних перевезеннях та знаходження оптимального обсягу перевезень вантажів

Як видно з рис. 2, з ростом Q_p змінюється оптимальне значення обсягу перевезень Q_{opt} , яке відповідає найбільш доцільному його значенню.

Задача пошуку ефективності бімодальних перевезень повинна вирішуватись комплексно, іншим напрямком оцінки ефективності бімодальних перевезень є пошук оптимального маршруту перевезень вантажів, тому що поряд з найменшими питомими витратами на перевезення вантажів досягається підвищення надійності доставлення вантажів. У зв'язку з тим, що стан автошляхів в Україні значно поступається за якістю закордонним автошляхам, це приводить до збільшення витрат на експлуатацію та ремонт.

Виконаний аналіз можливостей впровадження бімодальної технології

перевезення на транспортному ринку України показав, що на початковому етапі, який пов'язаний із допущенням до інфраструктури та сертифікацією транспортних засобів, адаптацією технології до місцевих умов, найбільш доцільно організувати на існуючих маршрутах перевезення контейнерів з морських портів до великих міст, таких як Київ, Харків, Дніпропетровськ, Донецьк та Луганськ.

В основу розрахунків може бути покладений метод лінійного програмування, зокрема симплекс-метод. Для прикладу розглянемо пошук оптимального маршруту перевезень вантажів бімодальними поїздами за формулою (4).

Цільова функція матиме такий вигляд:

$$C_{mp} = \sum (C_{ij} X_{ij}) \rightarrow \min ,$$

$$C_{mp} = C_1 a + C_2 b + C_3 c + C_4 d + C_5 e + C_6 f \rightarrow \min , \quad (4)$$

де $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ – транспортні витрати, що пов'язані з перевезенням 1 т вантажу за маршрутами, грн;

a, b, c, d, e, f – обсяг вантажів, що перевозяться, т;

v, w – потужність портів, т;

x, y, z – потреба великих міст у вантажах (обсяг попиту), т,

а обмеження в даному випадку будуть мати такий вигляд:

$$a+b+c \leq v; \quad d+e+f \leq w; \quad a+d=x; \quad b+e=y; \\ c+f=z; \quad a \geq 0; \quad b \geq 0; \quad c \geq 0; \quad d \geq 0; \quad e \geq 0; \\ f \geq 0; \quad C_{mp} \geq 0.$$

Подана модель дозволяє визначитись з пошуком оптимальних маршрутів доставлення вантажів. Незважаючи на досить розвинену термінальну інфраструктуру в початкових та кінцевих

пунктах, термін окупності технічних засобів на цих маршрутах складає декілька років.

Висновки

1. При використанні бімодальної технології перевезень сумарні витрати на перевезення вантажів значно менші, ніж при автомобільній за однакових умов, що підтверджує доцільність організації перевезення вантажів бімодальними поїздами.

2. У зв'язку з ростом цін на розвиток інфраструктури, а саме на покращення стану автошляхів, збільшенням витрат на паливно-мастильні матеріали та на ремонт сфера застосування автомобільного транспорту зменшується.

3. Передача частини вантажів на бімодальні перевезення дозволить автогалузі стабілізувати роботу і відновити інфраструктуру, таким чином, зменшується

завантаженість автомагістралей, скорочуються шкідливі викиди, знижується аварійність, забезпечується збереження дорожнього полотна.

4. Комплекс заходів з маршрутизації та оптимальний розподіл між автомо-

більними та бімодальними перевезеннями дозволить зменшити транспортні витрати, дає значний економічний ефект для транспортної галузі України.

Список літератури

1. Баттис, Ф. Транспортные проблемы периферийных регионов Европы [Текст] / Ф Баттис // Железные дороги мира. – 2000. – № 1. – С. 21–25.

2. Транспорт в Україні. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/>. – Загол. з екрану.

3. Мукмінова, Т.А. Комбінований залізничний транспорт: сучасні виклики [Текст] / Т.А. Мукмінова // Залізничний транспорт України. – 2007. – № 5. – С. 24-30.

4. Грузовые автомобильные перевозки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.carlson.ru/gruzovye-avtomobilnye-perevozki-str97.html>. – Загл. с экрана.

5. Пшинько, А.Н. Бимодальные технологии для обслуживания агропромышленного комплекса [Текст] / А.Н. Пшинько, С.В. Мямлин, Д.Н. Козаченко, Ч. Фоскетт, В. Грааф // Тезисы 2 междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция Украины в международную транспортную систему». – Днепропетровск: ДНУЖТ, 2010. — С. 50-51.

6. Статистичний щорічник України за 2009, 2010, 2011 рік. Державний комітет статистики України [Текст] / За ред. О.Г. Осауленка. – К.: ДП «Інформаційно-аналітичне агенство». – 2011-2012. – 56 с.

Ключові слова: комбіновані перевезення, ефективність бімодальних (роудрейлерних) перевезень, спеціалізований рухомий склад.

Анотації

У статті обґрунтовується сфера ефективності бімодальних (роудрейлерних) перевезень в Україні. Визначається оптимальний обсяг вантажів, що будуть перевозитись бімодальними поїздами, порівняно з автомобільним транспортом. За допомогою лінійного програмування, а саме симплекс-методом визначається оптимальний маршрут перевезень вантажів від морських портів до великих міст бімодальними поїздами.

В статье обосновывается сфера эффективности бимодальных (роудрейлерных) перевозок в Украине. Определяется оптимальный объем грузов, которые будут перевозиться бимодальными поездами, по сравнению с автомобильным транспортом. С помощью линейного программирования, а именно симплекс-методом, определяется оптимальный маршрут перевозки грузов от морских портов до крупных городов бимодальными поездами.

In the article the area efficiency of bimodal (roadrailer) transportation in Ukraine. Determine the optimal amount of cargo to be transported roadrailer trains compared to road transport. Using linear programming, namely the simplex method is determined by the optimal route cargo from ports to major cities roadrailer trains.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО УПРАВЛІННЯ ПРОПУСКНОЮ СПРОМОЖНІСТЮ ЗАЛІЗНИЦЬ

ANALYSIS APPROACHES TO MANAGEMENT OF RAILWAYS CARRYING CAPACITY

Представила д-р техн. наук, професор Т.В. Бутько

Актуальність. Однією з важливих задач функціонування залізничного транспорту є отримання максимального ефекту в умовах раціонального використання його потужностей, безумовне, успішне вирішення задач із впровадження інноваційних технологій та підходів для реалізації пропускної спроможності.

У сучасних умовах на Україні провізна спроможність залізниць задіяна на 50 %. Відповідно до цього у 2012 році вона склала 51 млн тонн – лише 50%, від можливого щорічного вантажообігу у 100 млн т. Зокрема при вдосконаленні управління пропускною спроможністю можливо досягнути нових результатів. Для розвитку транзитних перевезень Укрзалізниця підвищує пропускну спроможність окремих ділянок, швидкість транспортування, вводить автоматизовані системи для скорочення перевізного процесу.

В цій науковій роботі проводиться порівняльний аналіз європейської системи з урахуванням та взаємодією її підсистем між собою, наводиться приклад української системи у порівнянні. Таким чином управління пропускною спроможністю в умовах транспортного ринку стає актуальним завданням.

Аналіз світового досвіду. Одну з найдосконаліших систем управління залізницею було розроблено у Швеції, ця система розширила можливості застарілої

системи Train Plan. Обробка заявок компаній-операторів на виділення пропускної спроможності являє складну задачу для менеджерів інфраструктури. Її складність обумовлена великою кількістю каналів надходження заявок на виділення ниток графіка, необхідністю їх обробки з вводом в базу даних та підтримки зворотного зв'язку з метою інформування про статус поданих заявок. Для цього компанія Vossloh IT розробила систему AccessPlan, яка використовується як для довгострокового, так і для короткострокового планування інфраструктури.

AccessPlan являє собою електронну систему управління заявками на нитки графіка та пропозиціями, засновану на гнучкій технології використання Web-сервісів і документів формату XML/SOAP. Вона дозволяє адміністраціям інфраструктури отримувати та обробляти заявки, використовуючи клієнтські Web-програми. Система дозволяє клієнтам контролювати статус своїх запитів та аналізувати графіки, які відповідають їх потребам.

Нова система AccessPlan розширяє можливості системи TrainPlan та інтегрується в неї. Якщо TrainPlan підтримує процедуру складення графіка руху поїздів, то AccessPlan являє собою систему електронного управління попитом та пропонуванням, яка основана на технології Web-сервісів.

За останні 10 років пройшли значні зміни в методах експлуатації залізниць в Європі, де діє Директива 91/440/ЄС Європейського союзу. Якщо раніше залізниці країни контролювала одна адміністрація, то тепер при складанні графіка руху беруть участь адміністрації, які керують інфраструктурою та компанії-оператори перевізники. Оператори діють інколи на умовах короткострокових «франшиз», для них важливо брати участь в процесі планування та розподілення пропускної спроможності, при цьому використовувати механізм голосування. AccessPlan забезпечує такий механізм у формі структури для передачі даних графіків руху, стандартизації їх змісту та надавання адміністраціям інфраструктури можливості контролювати цей процес, при цьому надає прозорість для компаній-операторів.

Більшість країн Європейського простору застосовують певні правила та методи управління, які повинні забезпечуватись Директивою 91/440/ЄС. Ця директива регламентує існування компаній з функціями забезпечення експлуатації залізниць (наприклад, адміністрації інфраструктури, які відповідають за поточний стан та доступ до неї) та компаній – операторів перевізників (задачею яких є організація руху поїздів та роботи поїзних бригад). Вони повинні

працювати злагоджено, щоби створити надійний графік руху поїздів.

Наочний приклад можна навести для основних міжміських перевізників в Європі:

- Intercity-Express (Германія, Голландія, Бельгія, Франція, Швейцарія та Австрія);
- Thalys (Франція, Германія, Бельгія, Голандія);
- Enterprise (Ірландія та Великобританія);
- Eurostar (Великобританія, Франція, Бельгія);
- EuroCity (вся Западна та Центральна Європа, за виключенням Ірландії та Великобританії);
- TGV (Франція, Бельгія, Італія, Швейцарія, Германія);
- Oresundtrain (Данія, Швеція).

При розрахунку пропускної спроможності в Євросоюзі кількість поїздів розраховується за такою формулою:

$$K = q_{\max} \cdot n,$$

де K – пропускна спроможність дільниці;
 q_{\max} – максимальна інтенсивність;
 n – кількість поїздів на колії.

Під час розрахунку проводиться аналіз балансу пропускної спроможності, це ми можемо побачити з рисунка.

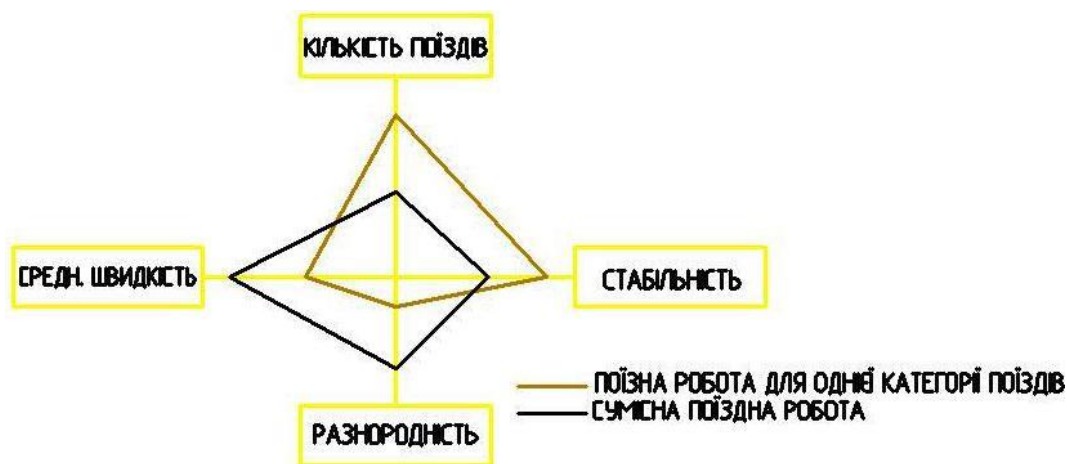


Рис. Баланс пропускної спроможності (Швеція)

Рисунок показує, що пропускна спроможність балансує від кількості поїздів, стабільності графіка руху, середньої швидкості та різномірності поїзного складу. Аналізуючи рисунок, можна зробити такі висновки: якщо потрібно збільшити швидкість та збільшити пропускну спроможність на дільниці, потрібно привести поїзну роботу до однієї категорії.

Для інтегрованих операторів (які управляють залізницею та організовують рух поїздів) така задача являє собою інтерактивний процес прийняття рішення на основі аналізу попиту на перевезення й можливостей експлуатації в рамках використання доступних ресурсів. Цей процес потребує організації зв'язку між підрозділами однієї структури.

В тих випадках, коли адміністрація інфраструктури та компанії-перевізника є незалежними організаціями, обмін даними між ними дуже часто є цілою проблемою, при використанні різних інформаційно-керуючих систем.

AccessPlan дозволяє адміністраціям інфраструктури раціоналізувати процедури, як довгострокового, так і короткострокового планування, використовуючи тільки один формат для подачі заявки та отримання відповідних пропозицій на нитки графіка. Ця система забезпечує наочність операторам під час подачі заявок на отримання пропозиції. За допомогою цієї системи в Швеції було досягнуто значного результату щодо реалізації пропускної спроможності.

В 1990 роках в Євросоюзі пройшла реструктуризація залізниць. Вони були об'єднані в систему ETCS.

Програма експлуатації включає в себе такі елементи:

- змішаний рух поїздів, які використовують як ETCS рівня 2, так і точкову АЛС PZB;

- з 2006 року організовувано допоміжний рух поїздів, використовуючи АЛСН LZB;

- рух поїздів починається в режимі точкової АЛС PZB (активний модуль STM), в подальшому перехід в режим ETCS, а також перехід з STM на ETCS 2 рівня виконується автоматично при прослідкуванні світлофорів;

- сигнальні показники перетворюються в задані величини (задана швидкість, дозволена швидкість в місці перешкоди) та відображаються на пульті керування машиніста локомотива.

У червні 2005 року почались експериментальні тестування системи ETCS 2 рівня, направлені на перевірку її безпеки. Після вдалого тестування та отримання від ЕВА допуску системи в грудні 2005 року почався регулярний рух поїздів з використанням ETCS. У травні 2006 року було підвищено максимальну швидкість руху поїздів на гілці Берлін – Лейпциг до 200 км/год.

Окрім високошвидкісних ліній, впроваджувати ETCS економічно доцільно тільки на лініях DBAG, що входять в коридори міжнародних вантажних перевезень. Це в першу чергу лінії Еммерих – Базель і Ахен – Франкфурт-на-Одері. Тут ETCS встановлюватиметься паралельно використуваній нині точковій АЛС PZB. Аналіз вартості цих проектів ще не завершений, питання фінансування з федерального бюджету і бюджету ЄС недоопрацьовувалися.

На пілотній ділянці Йютербог-Галле/Лейпциг залізниць Німеччини (DBAG) встановлена європейська система управління рухом поїздів ETCS. У грудні 2005 р. система ETCS введена в постійну експлуатацію, і почалися випробування системи на надійність.

Із вводом в експлуатацію системи на лінії Йютербог – Галле/ Лейпциг в Германії почала працювати перша залізнична лінія, облаштована новою європейською системою управління рухом поїздів ETCS.

Метою проекту є можливість впровадження ETCS на DBAG в експлуатацію, враховуючи безпеку системи

та доведення її до комерційного використання на пілотній лінії зі швидкістю руху поїздів 200 км/год, а також використання накопиченого попиту для уточнення специфікацій ETCS, що особливо важливо для майбутніх проєктів DBAG у світлі директив Європейського союзу 96/48 та 2001/16, налаштованих на створення високошвидкісних ліній та транс'європейської мережі.

Виникнення проблем у діяльності та розвитку залізничного транспорту в Україні зумовлене рядом негативних факторів, зокрема:

- прогресуючим старінням основних фондів. Загальний ступінь зносу основних фондів становить 56 %, у тому числі рухомого складу – 68 %. Потребує істотної модернізації інфраструктура залізниць. Протяжність колій, ремонт яких не проведено своєчасно, досягла 30 % загальної протяжності. Внаслідок цього обмежується швидкість руху поїздів, створюється реальна загроза безпеці руху на залізничному транспорті, виникнення техногенних катастроф;

- відсутністю державної підтримки інноваційного розвитку галузі та недосконалістю законодавчої бази у частині залучення інвестицій;

- низькими тарифами на перевезення пасажирів і відсутністю дієвого механізму компенсації збитків під час надання суспільних послуг, що призводить до перехресного субсидування збиткових пасажирських перевезень за рахунок вантажних. Збитки від таких перевезень тільки у 2005 році перевищили 2 млрд гривень, що значно обмежує можливість техніко-технологічної модернізації залізничного транспорту.

Залізничний транспорт України займає четверте місце у світі після Росії, США і Канади за обсягом вантажообігу. У 1996 р. залізницями перевезено близько 300 млн. т вантажів і 540 млн люд пасажирів. При цьому обсяги перевезень, як вантажів, так і пасажирів, постійно скорочуються. У

структурі перевезення вантажів переважають вугілля, в тому числі кокс, руди чорних та кольорових металів і самі метали, лісові вантажі, будівельні матеріали, а саме: цемент, машини та устаткування, продукція АПК.

Залізничний транспорт працює на межі можливостей, оскільки його виробнича база фізично спрацьована і морально застаріла, Україна поки що не має власного виробництва магістральних електровозів, пасажирських вагонів, хоч має всі необхідні передумови для розвитку цього виробництва. Імпорт названих транспортних засобів обмежується відсутністю коштів.

У розгляді транспортного комплексу України варто приділити увагу розміщенню даного виду транспорту та його регіональним відмінностям.

Що стосується густоти сітки залізничних колій, то в Україні ця цифра коливається від 40 до 80 км на 100 км², цей показник досить високий для світових масштабів. Однак, якщо говорити про регіональне розміщення, то не всі області України мають достатньо розвинуту залізничну вітку.

Важливим є південно-західний напрямок, інтенсивні вантажо- і пасажиропотоки якого пов'язані з перевезенням імпортно-експортних вантажів з України, а також вантажів з Росії, Білорусі у чорноморські порти і у зворотному напрямку; пасажирів, які їдуть на відпочинок і лікування на курорти Криму, Причорномор'я та Приазов'я.

В Україні розрахунок пропускнуої спроможності розраховується за формулою

$$N_{\text{дв}} = \frac{1440 - t_{\text{ТЕХ}}}{T_{\text{ПЕР}}} \alpha_{\text{РАД}} K ,$$

де $t_{\text{тех}}$ – час технологічного вікна для виконання ремонтних робіт на ділянці.

$\alpha_{\text{над}}$ – коефіцієнт надійної роботи технологічних засобів;

K – кількість поїздів у пакеті;

$T_{\text{пер}}$ – період графіка.

Метою даного аналізу є підвищення ефективності використання пропускну́ї спроможності на залізницях України, а також вихід нових послуг на ринок, таких як впровадження реалізації пропускну́ї спроможності. Потрібно виявити особливості існуючих теоретичних підходів та провести досконалий аналіз вже створених систем з реалізації пропускну́ї спроможності в Європі.

Висновки. Основний акцент у статті зроблено на порівнянні європейських систем. Зараз актуальним є питання вдосконалення роботи транспортних коридорів на території України та створення нових галузей інфраструктури.

Український транспортний ринок потребує значних змін, впровадження такого поняття, як комерційна пропускну́ї спроможність забезпечить нову транспортну послугу. Вона буде інноваційною на території України, а забезпечуватись буде при реалізації ниток графіків для загальних користувачів транспортних послуг. Система управління на залізниці не досконала, основна мета аналізу була направлена на вдосконалення вже існуючих систем, що використовуються в Європі. Одна з основних задач – це створення в майбутньому нової послуги з виходом на транспортний ринок України.

Список літератури

1. Данько, М.І. Удосконалення планування використання інфраструктури залізниць операторськими компаніями на основі ресурсозбереження [Текст] / М.І. Данько, В.В. Кулешов, М.П. Носенко // Вісник економіки транспорту і промисловості. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 19-20. – С. 230-233.
2. Левин, Д.Ю. Расчет и использование пропускной способности железных дорог [Текст] / Д.Ю. Левин, В.Л. Павлов. – М., 1981. – 398 с.
3. Hansen, S., Landex, A. & Kaas, A.H., The Network effects of Railway Investments, Proc. of the 10th International conference on Computers in Railways, [Електронний ресурс] eds. J. Allan, C.A. Brebbia, A.F. Rumsey, G. Sciutto, S. Sone & C.J. Goodman, 2006.
4. The Swedish rail network, 1997, [Електронний ресурс] Banverket Planeringsavdelingen, Sweden (in Swedish).
5. Höllmüller, J. & Klahn, V., Implementation of the UIC 406 capacity calculation at Austrian railways (ÖBB). Proc. Of the 1st International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis, [Електронний ресурс] eds. I.A. Hansen, F.M. Dekking, R.M.P. Goverde, B. Hindergott, L.E. Meester, The Netherlands, 2005.

Ключові слова: управління, аналіз, підхід, залізничний транспорт.

Анотації

У статті розглянуто основні існуючі системи управління на залізницях Євросоюзу. Проведено порівняльний аналіз української системи управління залізницею з європейською системою.

В статье рассмотрены основные существующие системы управления на железных дорогах Евросоюза. Проведен сравнительный анализ украинской системы управления железнодорожным транспортом и европейской систем.

The article describes the main control system which used in European Community. An analysis is conducted between Ukrainian control system by the railway transport and European system.

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ
АКАДЕМІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ZBIRNIK NAUKOVIH PRAC' UKRAINS'KOI DERZAVNOI
AKADEMIИ ZALIZNICNOGO TRANSPORTU**

Випуск 137

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.

Відповідальні за випуск Кулешов В.В., Бауліна Г.С.

Редактори: Буранова Н.В., Еткало О.О.,
Ібрагімова Н.В., Решетилова В.В.

КВ № 8617 від 06.04.2004 р. Підписано до друку 26.03.2013 р.
Формат паперу 60x84 1/8. Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 8,0. Тираж . Замовлення № .

Видавець Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Виготовлювач ТОВ «Енергозберігаючі технології»
61050, Харків, Харківська набережна, 8.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1360 від 19.05.2003 р.