

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

ШАНДЕР ОЛЕГ ЕДУАРДОВИЧ

УДК 656.025.4.009.12

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ
ОПЕРАТОРСЬКИХ КОМПАНІЙ**

05.22.01 – транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Бутько Тетяна Василівна,
Український державний університет залізничного транспорту, кафедра управління експлуатаційною роботою, завідувач кафедри.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Жуковицький Ігор Володимирович,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка Всеволода Лазаряна, кафедра електронних обчислювальних машин, завідувач кафедри;

кандидат технічних наук, доцент
Мацюк В'ячеслав Іванович
Державний економіко-технологічний університет транспорту, кафедра управління процесами перевезень, доцент кафедри.

Захист відбудеться “2” червня 2016 р. о 14-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українському державному університеті залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Українського державного університету залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий “22” квітня 2016 р.

В. о. ученого секретаря
спеціалізованої вченої ради

О.М. Огар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах реформування залізничного транспорту України та створення конкурентного середовища повинна отримати розвиток технологія організації залізничних вантажних перевезень, яка враховує наявність конкурентних операторських компаній, що виконують роботу з організації перевезень вантажів. В таких умовах постає необхідність своєчасного задоволення потреб замовників у перевезенні вантажів та раціонального використання рухомого складу при організації перевезень з урахуванням особливостей конкурентного середовища при виконанні запланованих обсягів перевезень вантажів на всій мережі залізниць України. Процес створення конкурентного ринкового середовища полягає в демонополізації окремих сфер його діяльності та створенні умов доступності інфраструктури залізниць для користувачів різних форм власності.

Аналіз показників роботи залізничного транспорту виявив, що впродовж останніх років спостерігається тенденція значного дефіциту рухомого складу, а саме зменшення власного вагонного парку Укрзалізниці. За таких умов вантажовідправник зацікавлений в перевезенні вантажів власним рухомих складом або вагонами операторських компаній. Тому важливим кроком для забезпечення прибутковості і конкурентоспроможності залізниць є доступ операторських компаній до інфраструктури з їх власним вагонним парком.

Виходячи з цього, з урахуванням вимог залізниці та операторської компанії, потребують формування і впровадження ефективні технології організації вантажних перевезень, а саме управління вагонним парком, та методи їх реалізації, засновані на інтелектуалізації системи на всіх ланках транспортного процесу, що у свою чергу надасть гнучкості системі та підвищить ефективність транспортного обслуговування. Виникає наукове завдання формування автоматизованої технології управління парком вантажних вагонів різних форм власності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до Транспортної стратегії України на період до 2020 року (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20. 10. 2010 р. № 2174-р), Закону про особливості утворення публічного акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування (прийнятий Верховною Радою України від 23.02.2012 р. № 4442) та проекту Закону про внесення змін до Закону України «Про залізничний транспорт» (щодо розмежування функцій державного та господарського управління галуззю) (прийнятий Верховною Радою України від 23.02.2012 р. № 9377), а також до науково-дослідних робіт «Розробка методики визначення раціональних співвідношень між потужністю вагонопотоків та пропускною спроможністю на залізничних напрямках для встановлення технічних і технологічних можливостей перевізника» (держ. облік. № 0213U004221), «Розробка вимог для планування маршрутів слідування вагонів з небезпечними вантажами при мінімізації ризиків в умовах Придніпровської залізниці» (держ. облік. № 0214U005239), «Проведення дослідного автоматизованого розрахунку нормативного графіку руху поїздів на залізничному напрямку» (держ. облік. №

0214U005803), «Розробка автоматизованої технології місцевої роботи на основі формування контактного графіку» (держ. облік. № 0215U001872).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології залізничних вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних операторських компаній на основі формування автоматизованої технології розподілу та управління парком вантажних вагонів різних форм власності.

Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення наступних задач дослідження:

- провести статистичні дослідження основних техніко-експлуатаційних показників роботи залізниць з урахуванням особливостей конкурентного середовища, аналіз теоретичних розробок і практичного досвіду з організації управління парком вантажних вагонів;

- формалізувати технологію управління парком вантажних вагонів в умовах функціонування конкурентних операторських компаній, яка забезпечить скорочення транспортних витрат за умови задоволення вимог клієнтів (операторів);

- розробити модель прогнозування динаміки надходження вагонів на станціях, які є вихідними даними для формування технології управління та розподілення вагонопотоків по дільницях;

- запропонувати метод вирішення оптимізаційної задачі розподілу вагонів, який дозволить оперативно управляти вагонопотоками на залізничній мережі;

- удосконалити структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи з реалізацією розподіленої системи підтримки прийняття рішень (СППР) для ефективного управління парком вантажних вагонів різних форм власності;

- провести техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології управління парком вантажних вагонів.

Об'єкт дослідження – процес управління парком вантажних вагонів на залізничній мережі.

Предмет дослідження – парк вантажних вагонів.

Методи дослідження. У роботі використані методи математичної статистики та аналізу статистичних даних, теорії ймовірності для дослідження показників функціонування залізниці та операторських компаній; методи математичного програмування при формалізації процесу управління парком вантажних вагонів різних форм власності; методи дослідження інформаційних потоків при створенні комплексу задач та структури інформаційно-керуючої системи управління вагонним парком; методи прогнозування при визначенні обсягів роботи на залізничній мережі, генетичні алгоритми, теорія графів при дослідженні топології залізничних підрозділів.

Наукова новизна одержаних результатів. В дисертаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання удосконалення технології залізничних вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних операторських компаній на основі формування автоматизованої технології розподілу та управління парком

вантажних вагонів різних форм власності, що дозволяє підвищити ефективність в управлінні вагонопотоками на залізничній мережі.

Вперше:

- формалізовано технологічний процес відокремленого управління парком власних вантажних вагонів операторськими компаніями у вигляді математичної моделі з цільовою функцією, яку надано як сумарні експлуатаційні витрати за період планування, і системою обмежень, що враховує технічні і технологічні показники процесу розподілу вагонів на залізничній мережі;

- для ефективного управління вагонопотоками залізниці та операторських компаній сформовано автоматизовану технологію розподілу порожнього парку вантажних вагонів у вигляді оптимізаційної математичної моделі, яка адекватно відтворює процес сумісного управління парком вантажних вагонів різних форм власності та забезпечує скорочення транспортних витрат за умови задоволення вимог операторів та залізниці.

Удосконалено:

- структуру і комплекс задач, що вирішуються на автоматизованих робочих місцях (АРМ) оперативного персоналу при розподілі і управлінні вагонним парком, що інтегрована до системи АСК ВП УЗ - Є.

Практичне значення одержаних результатів. Матеріали дисертаційної роботи використано при формуванні автоматизованої технології управління парком вантажних вагонів різних форм власності. Організація такої технології надасть можливість підвищити ефективність прийняття управлінських рішень щодо розподілу на залізничному полігоні парку вантажних вагонів різних форм власності і дозволить зменшити час простою вагонів на залізничних станціях та пробіг порожніх вагонів, збільшити пропускну спроможність залізничної мережі, скоротити експлуатаційні витрати за умови задоволення вимог клієнтів та операторів.

Розроблена технологія та наведений комплекс моделей використовуються при удосконаленні організації роботи Харківської дирекції залізничних перевезень Південної залізниці та у навчальному процесі Навчально-наукового інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ). Практичне впровадження результатів роботи підтверджується актами впровадження і патентами України.

Особистий внесок здобувача. У наукових працях, опублікованих зі співавторами, особистий внесок полягає у такому: у [1,7,8] - визначено основні варіанти функціонування операторських компаній на сучасному етапі розвитку залізничного транспорту в Україні та у світі в цілому; [2,9,10,11] - досліджено основні напрямки удосконалення вантажних перевезень в умовах функціонування операторських компаній; [3,12,13] - запропоновано модель управління парком вантажних вагонів операторських компаній; [14,15] - запропоновано технологічний процес розподілу парку вантажних вагонів різних форм власності; у патенті [6] автору належить розробка комплексу задач для автоматизованого робочого місця поїзного диспетчера та диспетчера-вагонорозпорядника.

Дослідження, що висвітлені в усіх наукових працях, проводилися в УкрДУЗТ.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися та ухвалені на таких конференціях:

- VIII Науково – практичній міжнародній конференції «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України» (м. Харків, 5-8 червня 2012 р.);

- 25-й Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективні комп'ютерні управляючі і телекомунікаційні системи для залізничного транспорту України» (м. Алушта, 24-29 вересня 2012 р.);

- IV Міжнародній науково – практичній конференції «Інноваційні технології на залізничному транспорті» (м. Париж (Франція), 24-31 березня 2013 р.);

- 75,76,77-й Міжнародній науково – технічній конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (м. Харків);

- конференції SWorld. Scientific researches and their practical application. modern state and ways of development '2013, «Наукові дослідження та їх практичне застосування. Сучасний стан та шляхи розвитку 2013» (інтернет - конференція 2013 р.);

- V Міжнародній науково – практичній конференції «Інноваційні технології на залізничному транспорті» (м. Лондон (Англія), 31 березня – 7 квітня 2014 р.);

- 27-й Міжнародній науково-практичній конференції « Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті » (м. Харків, 24-26 вересня 2014 р.).

У повному обсязі дисертаційна робота доповідалася на розширеному засіданні кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту.

Публікації. Відповідно до теми дисертації опубліковано 15 наукових праць, з яких 5 статей (дві без співавторів), що опубліковані у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України (три статті включені до міжнародних наукометричних баз), 1 патент на корисну модель, 9 праць апробаційного характеру.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Повний обсяг тексту дисертації 181 сторінка, обсяг основного тексту складає 125 сторінок друкованого тексту, 36 ілюстрацій, з них 4 на окремих сторінках, 2 таблиці, список використаних джерел включає 135 найменувань і 7 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та задачі дослідження, відображені наукова новизна та практична цінність, подано загальну характеристику роботи.

У першому розділі, виходячи із мети дисертаційної роботи, проведено аналіз напрямків адаптації перевізного процесу на залізничному транспорті в умовах функціонування конкурентних операторських компаній та досліджено особливості

функціонування системи вантажних перевезень при управлінні вагонним парком на залізниці.

Проблемі управління парком вантажних вагонів в останній час приділяють пильну увагу вчені і практики залізничного транспорту. Але більшість робіт, опублікованих в останній час, присвячені розвитку та вдосконаленню вже існуючих технологій і методів управління вантажними вагонами, що зосереджені на централізації в розподіленні вагонів відповідних операторів, при цьому вони недостатньо враховують окреме управління парком вагонів операторськими компаніями. Існуючі методи планування не повною мірою вирішують питання раціонального регулювання вагонним парком як на мережі в цілому, так і для дирекцій залізничних перевезень. Це положення ґрунтується на існуванні ряду факторів: переходу до ринку транспортних послуг, наявності сезонності перевезень, людського, економічного та інших. Тому для широкого впровадження нових методик у виробництво необхідним етапом є цілий ряд складних наукових досліджень та використання сучасних інноваційних технологій.

У розвиток теорії та практики технології перевізного процесу, а саме організації вагонопотоків, розробки плану формування вантажних поїздів, застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, зробили значний внесок такі вчені та практики: А.А. Абрамов, В.М. Акулінічев, Є.В. Архангельський, Є.Г. Атаманенко, К.А. Бернгард, А.Ф. Бородін, В.І. Бобровський, А.В. Бикадоров, Т.В. Бутько, В.А. Буянов, В.С. Волков, Н.А. Воробйов, П.С. Грунтов, М.І. Данько, Г.І. Державець, Ю.І. Єфименко, І.В. Жуковицький, В.А. Івницький, М.Д. Іловайський, А.Д. Каретніков, Д.М. Козаченко, А.М. Котенко, Г.А. Кузнецов, В.В. Кулешов, В.І.Крячко, О.В. Лаврухін, Д.В. Ломотько, В.І. Мацюк, В.І. Мироненко, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, В.І. Некрашевич, А.К. Угрюмов, В.В. Скалозуб, А.О. Смахов, О.І. Стасюк, Є.А. Сотніков, Ф.А. Тевельов, І.Г. Тихомиров, Г.Н. Тихонов, Є.М. Тішкін, А.Д. Чернюгов, В.А. Шаров, Є.М. Шафіт, П.О. Яновський та інші.

Перехід до нових методів організації перевізного процесу неможливий без оцінки міжнародного досвіду. У міжнародних наукових роботах велика увага приділяється визначенню ефективності роботи транспорту в умовах нерівномірних виробничих процесів і побудові раціональної маршрутної мережі. Для цього широко використовуються різні економіко-математичні методи моделювання, зокрема, комп'ютерне моделювання. В дослідженні та розвитку управлінських рішень за кордоном у області вагонопотоків займалися такі вчені: А. Jamili, Y. Yue, L. Zhou, Q. Tue, Z. Fan, M. Verma, V. Verter, M. Gendreau, R. K. Ahuja, K. C. Jhu, J. Liu.

На підставі вищенаведеного стає актуальним вирішення науково-прикладного завдання щодо формалізації технології управління парком вантажних вагонів в умовах функціонування конкурентних операторських компаній з метою створення інтелектуальних систем управління.

У другому розділі проведено формалізацію технології управління парком вантажних вагонів різних форм власності на різних умовах. На основі досліджень в роботі запропоновано напрямки удосконалення технології залізничних вантажних

перевезень в умовах функціонування конкурентних операторських компаній за двома варіантами:

1 варіант – формування автоматизованої технології управління парком вантажних вагонів різних форм власності за умови самостійного управління своїм парком вантажних вагонів безпосередньо операторською компанією в залежності від попиту вагонів на ринку транспортних послуг (варіант відокремленого управління);

2 варіант - формування автоматизованої технології управління парком вантажних вагонів різних форм власності, але за умови управління основною частиною парку вантажних вагонів операторських компаній залізницею (варіант сумісного управління).

Якщо розглядати технологію управління вагонним парком за умови різних тарифних складових на перевезення завантажених та порожніх вагонів (другий варіант), то, як довів світовий досвід, основною задачею є вирішення завдання розподілу порожнього вагонопотоку по місцях завантаження. Якщо розглядати перший варіант організації вантажних перевезень, то зміни в організації перевізного процесу в основному будуть стосуватися питань доступу операторів до залізничної мережі та самостійного управління власним парком вагонів.

Вибір оптимального плану розподілу вагонів в основному залежить від кількості подачі вагонів на станціях залізничної мережі та їх розташування у просторі та часі. Такі умови потребують з одного боку дослідження і прогнозування динаміки надходження вагонів для маршрутів, враховуючі інерційність системи, а з іншого – дослідження особливостей топології залізничної мережі або інших підсистем транспортної мережі.

В дисертаційній роботі для двох варіантів в загальному вигляді представлено залізничну мережу як зважений граф $D(V,E)$, вершинами якого є залізничні станції, а ребрами – колії, що їх з'єднують. Таким чином, множина $V(v=\overline{1,n})$ - це множина вершин, тобто залізничних станцій, а множина $E(e=\overline{1,m})$ - це множина ребер, тобто колій, що їх з'єднують. Надано вагу вершинам і ребрам графу $D(V,E)$. У якості функцій на вершинах обрано інтенсивність вагонопотоку $\mu_v = \mu(v,t)$, де t - час в межах інтервалу планування. При цьому, якщо величина $\mu(v,t) > 0$, то станція V в момент t виконує операції пов'язані з відправленням вагонів, і потік надходить в систему, якщо $\mu(v,t) < 0$, то станція V в момент t виконує операції, пов'язані з очікуванням відповідних вагонів, якщо $\mu(v,t) = 0$, то станція V або закрита для операцій, або їх не виконує на момент часу t . Доцільно у якості ваги ребер обрати довжину колій $S(e)$ та їх пропускну спроможність.

Спираючись на вищенаведені передумови, цільову функцію моделі подано у неявному вигляді таким чином:

$$C = f(D(V,E), \mu(v,t), R) \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де R - кількість поїздів, які можуть бути задіяні при розподілі вагонів за маршрутами на залізничній мережі.

У якості обмежень необхідно врахувати такі чинники:

- обмеження за довжиною складу вантажного поїзда

$$\sum_{v=1}^P \mu_v(v) \leq L_v, \quad (2)$$

де L_v - довжина приймально-відправних колій на v -тій станції;

P – кількість станцій, на які заходить поїзд по маршруту;

- обмеження за вантажопідйомністю вантажного поїзда

$$\sum_{v=1}^P \int_{t_{0v}}^{t_{kv}} \lambda_v(v) dt \leq Q_a, \quad (3)$$

де Q_a – максимальна вантажопідйомність вантажного поїзда;

t_{0v} – момент початку операцій на v -тій станції;

t_{kv} – момент закінчення операцій на v -тій станції;

- обмеження, які пов'язані із пропускнуою спроможністю дільниць

$$\sum_e N_{\text{вант.}e}^{\text{наявн}} - \sum_e N_{\text{вант.}e}^{\text{вик.}} \geq \sum_e R_e, \quad (4)$$

де $\sum_e N_{\text{вант.}e}^{\text{наявн}} = r_e$ - наявна пропускна спроможність e -ї дільниці у поїздах,

$\sum_e N_{\text{вант.}e}^{\text{вик.}}$ - потрібна пропускна спроможність для виконання плану перевезень;

- обмеження за швидкістю пересування

$$V_{ae} \leq V_{xe}, \quad (5)$$

де V_{ae} – швидкість пересування вантажного поїзда по e -му ребру,

V_{xe} - норма ходової швидкості.

Основним критерієм побудови оперативного плану управління парком операторських компаній повинен бути мінімум експлуатаційних витрат, що пов'язані з його реалізацією, але в той же час потрібно максимізувати обсяг виконання замовлень за умови їх виконання в строк. Виходячи з цього в роботі вирішено задачу розподілу та прикріплення відповідних вагонів операторів за маршрутом слідування вантажного поїзда (перший варіант). Формування маршрутів та виділення нитки графіка може бути реалізовано за відповідними варіантами: коли склад формується на відповідній станції відправлення одним оператором і він безпосередньо займає нитку графіка; коли склад формується на різних станціях різними операторами, але їм відповідно теж виділяється нитка графіку та включаються вагони до складу поїзда.

Модель розподілу вагонів операторських компаній представлено у вигляді графу варіантів слідування вагонів по маршруту за вказаними заявками. До кожного маршруту (нитки графіка) можливе прикріплення заявок. Під маршрутом може розумітись як збірний, дільничний, вивізний, так і інший поїзд, до складу якого будуть включені вагони. Відповідно до графу варіантів просування вагонів

на залізничній мережі запропонована оптимізаційна математична модель управління парком вантажних вагонів операторських компаній

$$F = \sum_k \left[\sum_i \sum_j X_{ij}^k \cdot t_{ij} \cdot c_{ij} \cdot m_k + \sum_i \sum_j \gamma_j^k \cdot c_j^{неперф.} \cdot X_{ij}^k \right] \longrightarrow \min. \quad (6)$$

При обмеженнях:

- за вантажопідйомністю вантажного поїзда

$$X_{ij}^k \cdot Q_m^k + Q_{скл}^{ij} \leq Q_{ij}^{\max}; \quad (7)$$

- за довжиною складу вантажного поїзда

$$X_{ij}^k \cdot m_k \cdot l + L_{скл}^{ij} \leq L_{ij}^{\max}. \quad (8)$$

За умови, що враховується безперервність маршруту

$$\sum_i X_{ij}^k = 1, i = \overline{2, M}, \quad \sum_j X_{ij}^k = 1, i = \overline{1, M-1}, \quad \sum_i X_{ij}^k - \sum_j X_{ij}^k = 0. \quad (9)$$

де k – номер заявки; i, j – вершини відповідно початку і кінця дуг графу варіантів просування вагонів операторських компаній, де кожна з дуг представляє технологічну операцію обробки вагонів на станції, або операції слідування вагонів у поїзді на дільниці; X_{ij}^k – змінна, що моделює маршрут слідування вагонів за заявкою; $X_{ij}^k \in \{0,1\}$, якщо 1 – маршрут прокладено від i до j ; 0 – в іншому випадку; t_{ij} – час проходження поїзда на дільниці ij , год.; c_{ij} – одинична витратна ставка вартості вагоно-години у русі на дільниці ij , грн.; $c_j^{неперф.}$ – витрати на переформування на технічних станціях за маршрутом слідування, грн; γ_j^k – одинична функція Хевісайда, яка моделює наявність або відсутність переформування на кожній технічній станції за маршрутом слідування вагонів за заявкою k ; Q_m^k – маса групи вагонів за заявкою k , т; $Q_{скл}^{ij}$ – маса складу поїзда, що слідує на дільниці ij , т; Q_{ij}^{\max} – максимальна вантажопідйомність вантажного поїзда, т; $L_{скл}^{ij}$ – довжина складу поїзда, м; L_{ij}^{\max} – максимальна довжина складу поїзда на дільниці ij , м; l – довжина умовного вагона, м; m_k – кількість умовних вагонів у заявці k ;

Дана модель враховує всі основні статті витрат, що залежать від обраного варіанта слідування вагонів за маршрутом, і може бути використана при будь-якій із запропонованих технологій при управлінні вагонним парком. Для пристосування моделі до особливостей обраної технології потрібно лише змінити систему обмежень моделі шляхом виключення, додавання або корегування обмежень. Таким чином, сформована модель дозволить вирішувати задачі оперативного управління вагонним парком та ефективної взаємодії як залізниці так і операторської компанії.

Модель, яка подана (6), базується на мінімізації експлуатаційних витрат, які пов'язані з організацією вагонопотоків та розподілом їх за маршрутами операторських компаній на умовах тарифу за користування ниткою графіку,

незалежно завантажених або порожніх вагонів. Тому, як уже говорилося вище, в роботі також подано модель управління порожніми вагонним парком, яка включає вагони як Укрзалізниця (робочий парк), так і вагони операторських компаній, і враховує різні тарифні складові при перевезенні (другий варіант). Модель являє собою записану за методом витратних ставок функцію собівартості перевезень, що залежить від варіанта дії з вагоном, який поданий матрицею X , що містить інформацію про причеплення вагонів до поїздів.

Цільову функцію моделі можна зобразити у такому вигляді:

$$\begin{aligned}
C(X) = & c_{BG} \sum_v^H \left((R_{x_{v,2}x_{v,3}} - A_{v,1} - U_{v,1}) + R_{x_{v,2}} \cdot (1 - |Sgn(X_{v,1})|) \right) + \\
& + c_{BG} \sum_v^H \left((B_{x_{v,4,2}} - R_{x_{v,2}x_{v,3}}) \cdot (1 - |Sgn(X_{v,1})|) \right) + \\
& + c_{BG} \sum_v^H \left(B_{x_{v,4,3}} \cdot (R_{x_{v,2}x_{v,3}} - B_{x_{v,4,2}}) \cdot \left(|Sgn(Sgn(R_{x_{v,2}x_{v,3}} - B_{x_{v,4,2}})) + 1 \right) \right) + \\
& + \sum_v^H \left(B_{x_{v,4,3}} \cdot (R_{x_{v,2}x_{v,3}} - B_{x_{v,4,2}}) \cdot \left(|Sgn(Sgn(R_{x_{v,2}x_{v,3}} - B_{x_{v,4,2}})) + 1 \right) \right) + \\
& \sum_v^H \left((t_k - A_{v,1} - U_{v,1}) \cdot (B_{x_{v,4,2}} - A_{v,1} - U_{v,1}) \cdot \left(|Sgn(X_{v,1} - 1) + 1 \right) \right) \cdot c_{BG} \rightarrow \min,
\end{aligned} \tag{12}$$

де c_{BG} - вартість вагоно-години, грн/год.; t_k - горизонт планування (час закінчення планового періоду); H - кількість порожніх вагонів на полігоні, які беруть участь у розрахунку; A - матриця кортежів, яка містить повну інформацію про надходження порожніх вагонів на плановий прогностичний період; R - матриця кортежів, яка містить інформацію про вантажні поїзди, до яких можуть бути причеплені порожні вагони для переміщення їх до станції навантаження; B - матриця кортежів, яка містить повну інформацію про порожні вагони, що їх потребують станції; U - матриця кортежів, яка містить інформацію про порожні вагони операторських компаній; X - матриця кортежів, яка містить інформацію про майбутні дії з порожніми вагонами, що спрямовані на вчасну доставку цих вагонів до місць навантаження; v - варіант можливої дії з вагонами.

В даній моделі враховуються обмеження, які задані в (1), а також додатково: потреба вантажних станцій у порожніх вагонах потрібна задовольняється тільки вагонами відповідних типів

$$\forall A_{v,3} = B_{v,4}, \tag{13}$$

де $A_{v,3}$ - елемент матриці A , який відповідає за тип вагона, який надходить на плановий період; $B_{v,4}$ - елемент матриці B , який відповідає за тип вагона, що потребують станції.

Перший доданок функції являє частину витрат, що пов'язана з очікуванням та переміщенням вагона на відповідну станцію, другий доданок являє витрати, пов'язані з включенням вагонів до складу поїзда (вагони інвентарного парку та операторів), третій доданок включає витрати, які пов'язані зі збитками залізниці від непродуктивного простою порожніх вагонів під час початку очікування вантажних

операцій на станції навантаження, четвертий доданок включає збитки залізниці від несвоєчасної подачі вагонів під навантаження і останній доданок включає збитки залізниці від непродуктивного простою порожніх вагонів, які не будуть переміщені на інші станції залізничної мережі протягом планового періоду.

На основі результату рішення запропонованої моделі на залізниці диспетчер – вагонорозпорядник (ДНЦВ) може раціонально виконувати розподілення порожніх вагонопотоків по дільницях, що у свою чергу підвищить ефективність керування перевізним процесом.

При дослідженні та розробці оптимізаційних моделей двох варіантів управління парком вантажних вагонів, щодо формування процедури розподілу вагонів різних форм власності враховано взаємовідносини залізниці та власників вагонів. На основі цього сформовано оптимізаційні моделі, які адекватно відтворюють процес управління парком вантажних вагонів, як операторських компаній, так і залізниці, та враховують різні тарифні складові при організації залізничних перевезень. Вирішення поставленого завдання являє собою основу формування автоматизованої технології розподілу парку вантажних вагонів в умовах функціонування конкурентних операторських компаній.

Враховуючи складність задачі, для її вирішення запропоновано евристичний метод, що використовує математичний апарат генетичних алгоритмів. Запропонована структура хромосоми для пошуку оптимального плану розподілу вагонів за маршрутами поїздів складається з двох частин. Гени першої частини зіставляють номери заявок з номерами поїздів, до яких будуть причеплені вагони, друга частина генів містить інформацію про маршрут слідування у відповідних поїздах.

Враховуючи вищенаведене, в роботі необхідною складовою стає процедура прогнозування обсягів вагонопотоків.

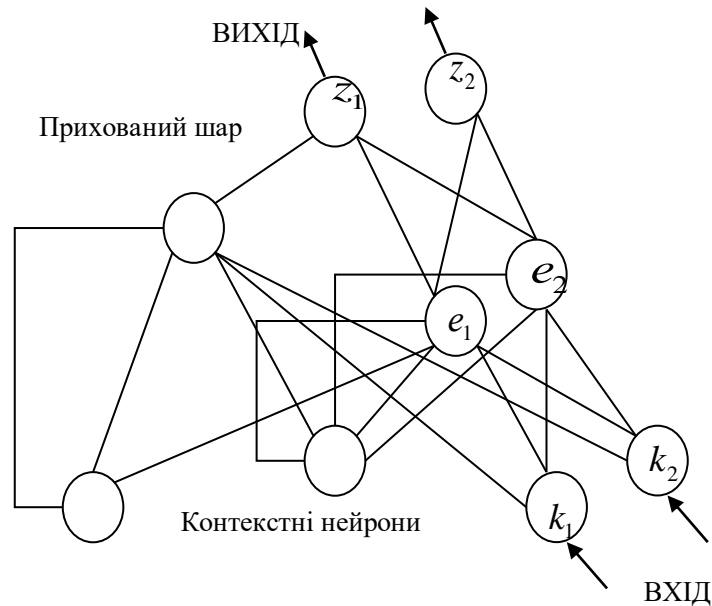
У третьому розділі розроблено модель прогнозування обсягів вагонопотоків на станціях полігону.

В дисертаційній роботі для кожної моделі наведено свої вихідні дані, які взагалі між собою зв'язані (кількість вагонів та час пред'явлення вагону на станцію). Якщо розглядати модель відокремленого управління парком вантажних вагонів операторськими компаніями, то в якості прогнозних показників, тобто вхідною інформацією повинні бути кількість вагонів та час пред'явлення вагонів операторською компанією на станцію. А якщо розглядати модель сумісного управління порожнім парком вантажних вагонів, то в якості вихідних даних є також кількість вагонів, які потрібні відповідній станції, та час пред'явлення вагона залізницею на станції (час запиту клієнта на відповідний вагон під навантаження).

Одним із сучасних напрямків у створенні моделей автоматизованого прогнозування є використання математичного апарату штучних нейронних мереж, які дають можливість виявлення нетривіальних, непомітних навіть для експерта закономірностей при аналізі даних та дозволяють будувати високоякісні прогнози. В роботі сформована прогнозна модель на базі штучних рекурентних нейронних мереж.

Для вирішення задачі прогнозування параметрів замовлень на пред'явлення вагонів на станції на мережі прогнозна модель здійснює прогнозування двох

параметрів: часу пред'явлення (подачі) вагонів клієнту на відповідну станцію і кількості вагонів. Крім того, вона враховує інформацію про кількість замовлених вагонів, яку клієнт надав залізниці. Таким чином, запропонована прогнозна модель на базі нейронної мережі Елмана містить два входи і два виходи. Перший вихід мережі призначений для виведення інформації про прогнозний час пред'явлення вагонів на станцію. Для урахування інформації про замовлену кількість вагонів доцільно прогнозувати не кількість вагонів, які клієнт буде в змозі завантажити, а різницю між замовленою кількістю вагонів і тією, яка за прогнозом, буде використана фактично. Тоді другий вихід моделі являє прогнозну різницю між замовленням і реальною потребою клієнта у вагонах на відповідній станції. На перший і другий входи моделі при навчанні і використанні моделі подаються історичні дані у вигляді часових рядів часів початку пред'явлення вагонів на станцію навантаження, які подані залізницею, і різниці між замовленою і фактично використаною кількістю вагонів відповідно. Принциповий вигляд архітектури штучної рекурентної нейронної мережі Елмана, яка є основою створеної прогнозної моделі, зображено на рисунку 1.



Пояснення: k_1, k_2 — нейрони вхідного шару, e_1, e_2 — нейрони прихованого шару, v_1, v_2 — нейрони контекстного шару, z_1, z_2 — нейрони вихідного шару, $w_{k_1 e_1} \dots w_{e_1 z_2}$ — ваги зв'язків між нейронами

Рисунок 1 - Архітектура штучної нейронної мережі моделі прогнозування часу пред'явлення вагонів і кількості потрібних вагонів

Кількість нейронів на кожному шарі показана мінімальною, оптимальна кількість нейронів, яка забезпечує задану точність прогнозу, визначається шляхом моделювання. Нейрони, які входять до рекурентного блоку (прихований і контекстний шари), мають функцію активації сигмоїдального типу, нейрони вхідного і вихідного шарів мають функцію активації лінійного типу.

Запропонована модель реалізована програмно. Було проведено перевірку адекватності і точності моделі з використанням фактичних даних станцій на залізниці про кількість вагонів, час пред'явлення вагонів і прогнозних значень цих параметрів, отриманих за допомогою моделі на той самий період планування. Сформована прогнозна модель відноситься до класу високоточних, про що свідчить величина середньої абсолютної відсоткової похибки, яка не перевищує 10 %.

Для реалізації автоматизованої системи управління вагонним парком було розроблене програмне забезпечення, що у своєму складі містить інструментарій для вирішення оптимізаційних задач, зокрема із застосуванням генетичних алгоритмів, а також має широкі можливості для створення графічних інтерфейсів. Цільова функція і система обмежень запропонованих оптимізаційних математичних моделей були реалізовані у вигляді функції пристосованості (фітнес-функції), яка використовується генетичним алгоритмом для оцінювання якості варіантів рішень при здійсненні операції відбору серед популяції рішень. Після отримання вихідних даних програма викликає генетичний алгоритм, який здійснює процедуру керованого пошуку, використовуючи створені функції генерації популяції рішень, мутації, схрещення і відбираючи кращі рішення для створення наступних популяцій. Алгоритм припиняє свою роботу при досягненні одного із критеріїв зупинки, таких як досягнення ліміту кількості генерацій популяцій рішень, часу роботи алгоритму та заданої точності обчислення фітнес-функції.

На рисунку 2 наведено процедуру навчання значень фітнес-функції під час роботи генетичного алгоритму. Витрачений програмою час для побудови відповідного плану роботи склав близько 2 хвилин.

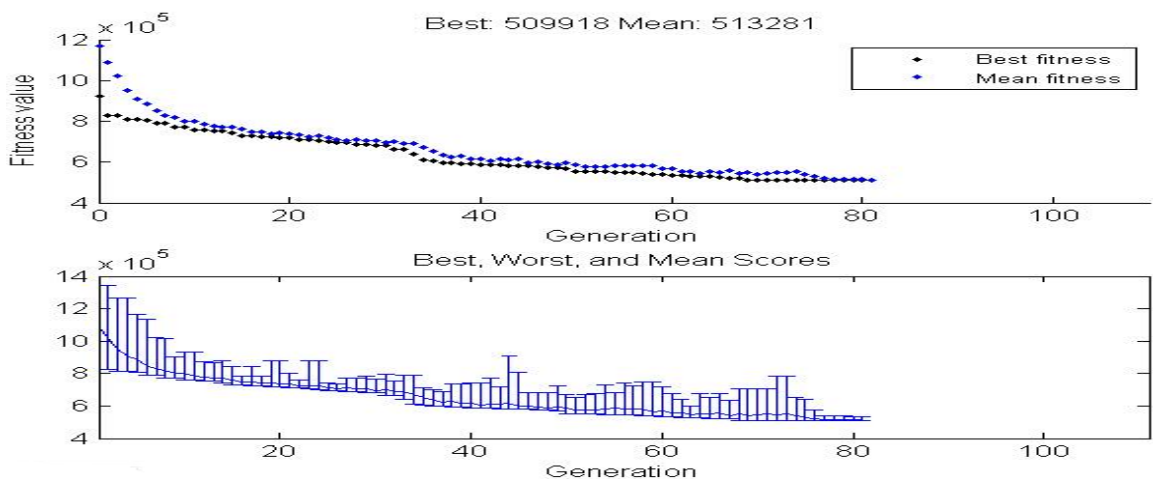


Рисунок 2 - Динаміка зміни значень фітнес-функції під час роботи генетичного алгоритму

Моделювання проводилось на створеному віртуальному полігоні, який представлений графом, що налічує 50 вершин (станцій). Задача моделювання полягала в тому, щоб побудувати план роботи розподілення вагонів для відповідних поїздів, що вказані в заданій базі, які повинні виконати задану кількість замовлень на перевезення.

Після того як генетичний алгоритм завершить роботу, програма здійснює інтерпретацію хромосоми, яка містить оптимальне рішення і виконує процедуру побудови плану розподілу вагонів. На рисунках 3-4 наведено візуалізацію плану розподілу вагонів за маршрутами операторських компаній та розподілу порожнього парку вагонів, яка побудована програмою.

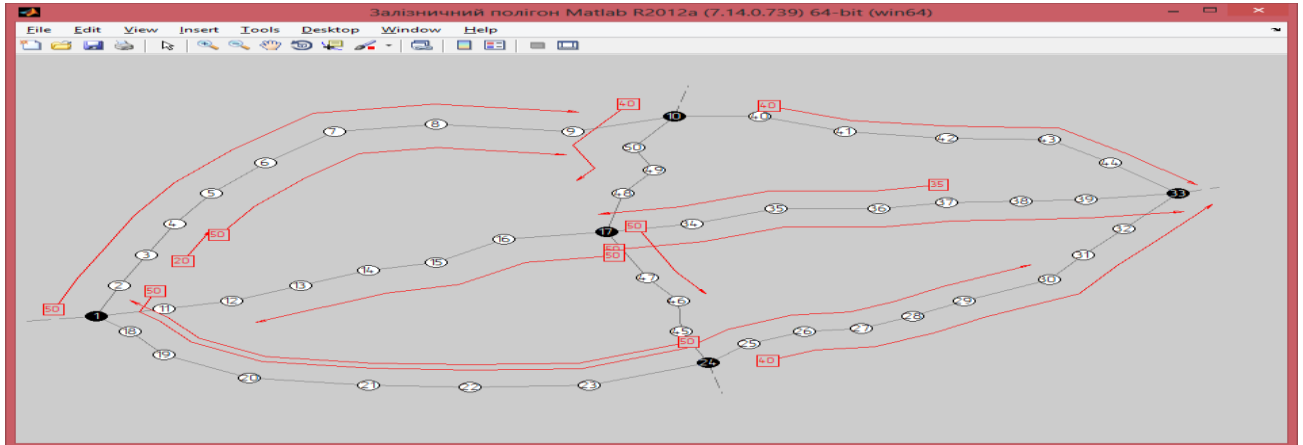


Рисунок 3 - Інтерфейсне вікно автоматизованої системи управління парком вантажних вагонів операторських компаній, яке візуалізує план розподілення вагонів за маршрутами на графі залізничного полігону

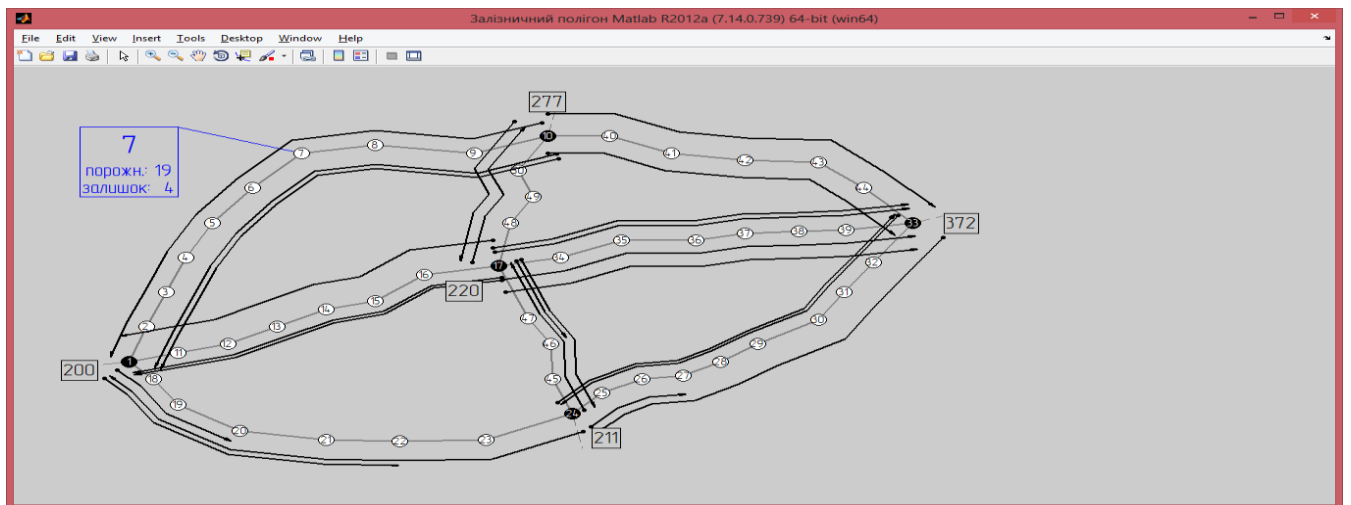


Рисунок 4- Інтерфейсне вікно автоматизованої системи управління розподілу порожнього парку вагонів, яке візуалізується на графі залізничного полігону

У четвертому розділі запропоновано удосконалення структури і комплексу задач інформаційно-керуючої системи з організації управління вагонопотоками на залізничній мережі.

Для інформаційної підтримки організаційної структури управління запропоновано створити автоматизовану систему управління парком вантажних вагонів різних форм власності, яка зв'язана з автоматизованими робочими місцями власників операторських компаній, з реалізацією розподіленої системи підтримки

прийняття рішень, в межах якої функціонує комплекс розроблених в дисертаційній роботі математичних моделей для визначення оптимального плану розподілу вагонів за маршрутами. Сформувані дану СППР запропоновано на основі створення локальної комп'ютерної мережі з розробкою комплексу додаткових задач на АРМ ДНЦВ, АРМ ДНЦ та інших оперативних працівників, що інтегрована до системи АСК ВП УЗ - Є. Загальний вигляд функціональної схеми автоматизованої системи управління парком вантажних вагонів різних форм власності зображено на рисунку 5.

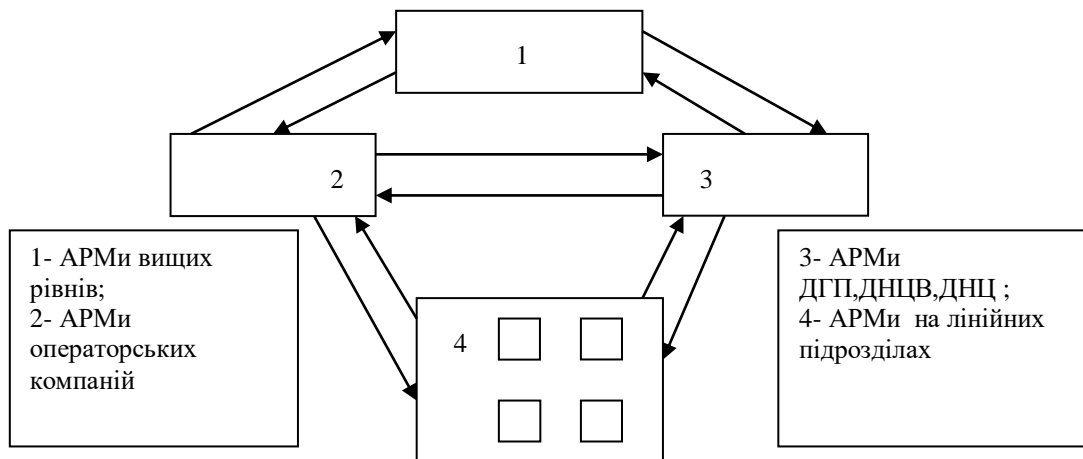


Рисунок 5 - Функціональна схема автоматизованої системи управління парком вантажних вагонів різних форм власності

В роботі проведено економічне обґрунтування запропонованих заходів. На основі розрахунків загальна середня економія на Харківській дирекції залізничних перевезень Південної залізниці склала 428904 грн/р. за рахунок зменшення простою вагонів на станціях, одержано економію від надання вивільнених вагонів під додатковий план в розмірі 774410 грн/р. Прибуток залізниці від надання нитки операторській компанії на одноколінійній ділянці склав 3713,3 грн за добу.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання удосконалення технології залізничних вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних операторських компаній на основі формування автоматизованої технології розподілу та управління парком вантажних вагонів різних форм власності, що дозволяє підвищити ефективність в управлінні вагонопотоками на залізничній мережі.

1. Проведено статистичні дослідження основних техніко-експлуатаційних показників роботи залізничних підсистем та аналіз існуючих технологій управління вагонним парком. Аналіз показників роботи залізничного транспорту виявив, що впродовж останніх років спостерігається тенденція значного дефіциту рухомого складу, а саме зменшення власного вагонного парку Укрзалізниці. За таких умов вантажовідправник зацікавлений в перевезенні вантажів власним

рухомим складом або вагонами операторських компаній. На основі досліджень доведено наявність високого рівня конкуренції та збільшення частки операторських компаній на залізниці. В ході аналізу виявлено тенденцію збільшення обігу вагонів на залізниці, починаючи з 2006 року приблизно на 20 % . З 2006 року збільшився простій вагонів на станціях до 25 %. Всі ці показники вказують на необхідність вирішення завдань з ефективного управління вагонним парком. А якщо врахувати, що існуючі методи управління вагонним парком формуються з позиції централізованого розподілення вагонів відповідних операторів, то виключається можливість відокремленого управління парком вагонів операторськими компаніями. Таким чином, актуальним є наукове завдання формування автоматизованої технології управління вагонним парком за двома варіантами: відокремлене управління парком власних вантажних вагонів операторськими компаніями та сумісне управління парком вантажних вагонів різних форм власності.

2. В роботі формалізовано технологію розподілу вагонного парку за двома варіантами з урахуванням взаємовідносин залізниці та власників вагонів. Перший варіант поданий у вигляді оптимізаційної математичної моделі, яка формалізує технологічний процес відокремленого управління парком власних вантажних вагонів операторськими компаніями з цільовою функцією, яку надано у якості сумарних експлуатаційних витрат за період планування, і системою обмежень, з урахуванням технічних і технологічних показників процесу розподілу вагонів на залізничній мережі. Другий варіант формалізує автоматизовану технологію розподілу порожнього парку вантажних вагонів у вигляді оптимізаційної математичної моделі, яка адекватно відтворює процес сумісного управління парком вантажних вагонів різних форм власності та забезпечує скорочення транспортних витрат за умови задоволення вимог операторів та залізниці.

3. З урахуванням особливостей вхідної інформації, що представлена двома параметрами моделі розподілу вагонів (кількість вагонів та час пред'явлення вагонів на станцію), в роботі для їх прогнозування запропоновано використати динамічні нейронні мережі Елмана. Сформовано архітектуру штучної нейронної мережі з двома входами і двома виходами. Проведено перевірку адекватності і точності моделі з використанням фактичних даних станцій на залізниці про кількість вагонів та час пред'явлення вагонів. Похибка моделі прогнозування не перевищує 10 %.

4. Враховуючи теорію обчислювальної складності, для знаходження оптимального плану розподілу вагонів за маршрутами обрано евристичний метод, заснований на математичному апараті генетичних алгоритмів, який враховує процес розподілу парку вантажних вагонів на залізничній мережі.

5. На основі отриманих прогнозних даних про обсяги вагонопотоків і час подачі вагонів на залізничному полігоні, що налічує 50 залізничних станцій, було отримано рішення задачі розподілу вагонів за маршрутами. Процедура знаходження плану розподілу парку вантажних вагонів на залізничній мережі є достатньо універсальна та дозволяє в реальному масштабі часу корегувати план формування поїздів з урахуванням розподілу вагонів залізниці та вагонів операторських компаній і, як наслідок, являє собою основу формування

автоматизованої технології управління та розподілу парку вантажних вагонів різних форм власності.

5. Для інформаційної підтримки організаційної структури управління запропоновано удосконалити автоматизовану систему управління парком вантажних вагонів різних форм власності, яка зв'язана з автоматизованими робочими місцями власників операторських компаній, з реалізацією розподіленої системи підтримки прийняття рішень для формування раціонального плану розподілу вагонів за маршрутами. На основі цього одержано можливість підвищити якість перевізного процесу в області поїздоутворення завдяки мінімізації часу простою вагонів на станції.

6. Економічне обґрунтування запропонованих заходів довело, що впровадження відповідної технології розподілу порожнього парку вагонів дозволяє одержати до 7 % вивільнення вагонів за рахунок зменшення простою вагонів на станції. Загальна середня економія по Харківській дирекції залізничних перевезень Південної залізниці склала 428904 грн/р., одержана економія від надання вивільнених вагонів під додатковий план склала 774410 грн/р.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні наукові праці:

1 Бутько, Т.В. Основні напрямки адаптації перевізного процесу на залізничному транспорті в умовах функціонування конкурентних транспортних компаній [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Зб. наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2012.- Вип. 131.- С. 26-30.

2 Бутько, Т.В. Наукові підходи щодо удосконалення технології вантажних перевезень з урахуванням конкурентного середовища [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Зб. наук. праць. – Д.: ДонІЗТ, 2013.- Вип. 33. – С. 57-60.

Публікації у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:

3 Бутько, Т.В. Формалізація процесу управління парком вантажних вагонів операторських компаній [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. - № 2/3(68). - С. 55-58.

4 Шандер, О.Е. Формування процедури розподілу порожнього парку вантажних вагонів на залізничній мережі [Текст] / О.Е. Шандер // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. Науково – технічний журнал. – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 5. – С. 40-43.

5 Шандер, О.Е. Формування моделі прогнозування обсягів вагонопотоків на станціях залізничного полігону [Текст] / О.Е. Шандер // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. Науково – технічний журнал. – Х.: УкрДАЗТ, 2015. – Вип. 1. – С. 64-70.

Додаткові праці, які відображають результати дисертації:

6 Пат. на корисну модель 94340 України МПК В61L 25/00, В61L 27/00, G06F 7/00, G06N 7/00. Автоматизована система управління парком вантажних вагонів / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер, А.В. Прохорченко; заявники і патентоволодарі

Укр. держ. акад. залізнич. трансп. - № у 2014 05755; заявл. 28.05.2014; опубл. 10.11.2014, Бюл. № 21. – 5 с.

Праці апробаційного характеру:

7 Бутько, Т.В. До питання удосконалення залізничних вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних транспортних компаній [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези доповідей за матеріалами VIII Науково – практичної міжнародної конференції [«Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України»] (м. Харків, 5-8 червня 2012 р.) / Вісник економіки транспорту і промисловості (зб. наук. – практ. статей). – Харків, 2011. – Вип. 38. – С. 23-24.

8 Бутько, Т.В. Напрямки удосконалення залізничних вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних транспортних компаній [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези доповідей 25-ї Міжнародної науково-практичної конференції [«Перспективні комп'ютерні управляючі і телекомунікаційні системи для залізничного транспорту України»] (м. Алушта, 24-29 вересня 2012 р.) / Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2012. – Вип. 4 (додаток). – С. 40-41.

9 Бутько, Т.В. Удосконалення технології організації вантажних перевезень з урахуванням особливостей конкурентного середовища [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези IV Міжнародної науково – практичної конференції [«Інноваційні технології на залізничному транспорті»] (м. Париж (Франція), 24 - 31 березня 2013 р.) / Зб. Наук. праць IV Міжнародної науково – практичної конференції. – Луганськ, 2013. – С. 16-17.

10 Бутько, Т.В. Удосконалення технології організації вантажних перевезень в умовах конкурентного середовища [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези доповідей 75-ї міжнародної науково – технічної конференції [«Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»] (м. Харків, 24-25 квітня 2013 р.) / Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків, 2013. - Вип. 136.- С. 370.

11 Бутько, Т.В. Наукові підходи до управління вагонним парком в умовах конкурентного середовища [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези міжнародної науково – практичної конференції [«Наукові дослідження та їх практичне застосування. Сучасний стан та шляхи розвитку 2013»] (м. Одеса, 1-12 жовтня 2013 р.) / Зб. наук. праць Sword. – м. Іваново, 2013. – Вип. 3. Том 2. – С.102-103.

12 Бутько, Т.В. Підходи до формалізації процесу управління парком вантажних вагонів операторських компаній [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези V Міжнародної науково – практичної конференції [«Інноваційні технології на залізничному транспорті»] (м. Лондон (Англія), 31 березня – 7 квітня 2014 р.) / Зб. наук. праць V Міжнародної науково – практичної конференції. – Луганськ, 2014. – С. 13-14.

13 Бутько, Т.В. Формування методів управління парком вантажних вагонів різних форм власності [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези доповідей 76-ї Міжнародної науково – технічної конференції [«Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»] (м. Харків, квітень 2014 р.) Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків, 2014. - Вип. 143.- С. 287 - 288.

14 Бутько, Т.В. Формування процедури розподілу парку вантажних вагонів різних форм власності на залізничному полігоні [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези доповідей 27-ї Міжнародної науково-практичної конференції [«Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті»] (м. Харків, 24-26 вересня 2014 р.) / Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2014. – Вип. 4 (додаток). – С. 13.

15 Бутько, Т.В. Удосконалення технології організації залізничних вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних операторських компаній [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Тези доповідей 77-ї Міжнародної науково – технічної конференції [«Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»] (м. Харків, квітень 2015 р.) Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків, 2015. - Вип. 151.- С. 101.

АНОТАЦІЯ

Шандер О.Е. Удосконалення технології залізничних вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних операторських компаній. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи. - Український державний університет залізничного транспорту МОН України, Харків, 2016.

Дисертація присвячена питанням удосконалення технології залізничних вантажних перевезень в умовах функціонування конкурентних операторських компаній на основі формування автоматизованої технології управління парком вантажних вагонів різних форм власності.

З цією метою в роботі запропоновано два варіанти оптимізаційних моделей, що формалізують технологічний процес управління парком вантажних вагонів операторських компаній та залізниці з цільовими функціями у вигляді сумарних експлуатаційних витрат і відповідною системою обмежень, які враховують технічні та технологічні умови процесу розподілу вагонів за маршрутами. Сформовані оптимізаційні моделі адекватно відтворюють умови процесу перевезення, забезпечують скорочення транспортних витрат за умови задоволення вимог клієнтів і передбачають формування автоматизованої технології управління і розподілу парку вантажних вагонів різних форм власності. Враховуючи теорію обчислювальної складності, для знаходження оптимального плану розподілу вагонів за маршрутами обрано евристичний метод, заснований на математичному апараті генетичних алгоритмів.

Набули подальшого розвитку методи прогнозування обсягів вагонопотоків на залізничній мережі, а також удосконалено комплекс задач, що вирішуються на автоматизованих робочих місцях оперативного персоналу при управлінні парком вантажних вагонів.

Ключові слова: залізничні вантажні перевезення, управління парком вантажних вагонів, операторські компанії, система підтримки прийняття рішень.

АННОТАЦИЯ

Шандер О.Э. Совершенствование технологии железнодорожных грузовых перевозок в условиях функционирования конкурентных операторских компаний. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 - транспортные системы. - Украинский государственный университет железнодорожного транспорта МОН Украины, Харьков, 2016.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования технологии железнодорожных грузовых перевозок в условиях функционирования конкурентных операторских компаний на основе формирования автоматизированной технологии управления парком грузовых вагонов различных форм собственности.

В работе проведен анализ особенностей функционирования системы грузовых перевозок при управлении вагонным парком на железной дороге и доказано, что существующие методы планирования не в полной мере решают вопросы рационального регулирования вагонным парком на железнодорожной сети. Поэтому в работе предложено усовершенствованную технологию распределения и управление парком грузов вагонов с учетом взаимоотношений железной дороги и владельцев вагонов.

С этой целью в работе предложены два варианта оптимизационных моделей, которые формализуют технологический процесс управления парком грузовых вагонов операторских компаний и железной дороги с целевыми функциями в виде суммарных эксплуатационных расходов и соответствующей системой ограничений, которые учитывают технические и технологические условия процесса распределения вагонов по маршрутам. Сформированные оптимизационные модели адекватно воспроизводят условия процесса перевозки, обеспечивающих сокращение транспортных расходов при условии удовлетворения требований клиентов и предусматривают формирование автоматизированной технологии управления и распределения парка грузовых вагонов различных форм собственности.

Учитывая теорию вычислительной сложности, для нахождения оптимального плана распределения вагонов по маршрутам избран эвристический метод, основанный на математическом аппарате генетических алгоритмов.

В работе разработана прогнозная модель, которая одновременно выдает информацию о реальных объемах вагонопотоков на станциях и время предъявления вагонов на соответствующие станции. Сформирована архитектура искусственной нейронной сети Элмана, которая содержит два входа и два выхода и является основой созданной прогнозной модели. Проведена проверка адекватности

и точности модели с использованием фактических данных станций на железной дороге о количестве вагонов и времени предъявления вагонов. Погрешность модели прогнозирования не превышает 10 %.

На основе полученных прогнозных данных об объемах вагонопотоков и времени подачи вагонов на железнодорожном полигоне, который содержит 50 железнодорожных станций, было получено решение задачи распределения вагонов по маршрутам. Процедура нахождения плана распределения парка грузовых вагонов на железнодорожной сети достаточно универсальная и позволяет в реальном масштабе времени корректировать план формирования поездов с учетом распределения вагонов железной дороги и вагонов операторских компаний.

Ключевые слова: железнодорожные грузовые перевозки, управление парком грузовых вагонов, операторские компании, система поддержки принятия решений.

ABSTRACT

Shander O.E. Improving the technology of railway freight transportation under conditions of competitive operator companies. - Manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Technical Science on speciality 05.22.01 - transport systems. - Ukrainian State University of Railway Transport MES of Ukraine, Kharkiv, 2016.

The thesis is devoted to the improving of railway freight transportation technology under conditions of competitive operators companies on the basis of forming the computer-aided technology of freight cars fleet management with different ownership.

Two variants of optimization models that formalize the technological process of freight cars fleet management of operator companies and the railway with objective functions as total operational costs and corresponding system of limits that takes into account the technical and technological conditions of car distribution along the route are offered. Formed optimization models adequately recreate the terms of transportation process, provide the reduction of transportation costs to satisfy customers and provide forming the computer-aided technology of management and distribution of freight car fleet with different ownership. Taking into account the theory of calculable complication for the optimal plan of car distribution on routes, the heuristic method based on the mathematical apparatus of genetic algorithms is chosen.

The methods of predicting the volumes of car traffic on the railway network have further development and complex of tasks to be solved on automated workstations of operative personnel are improved.

Keywords: railway freight transportation, freight cars fleet management, operator companies, system of making decision support.

ШАНДЕР ОЛЕГ ЕДУАРДОВИЧ

УДК 656.025.4.009.12

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ
ОПЕРАТОРСЬКИХ КОМПАНІЙ**

05.22.01 – транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

доц. Долгополов П.В.

Підписано до друку "19" квітня 2016 р.
Формат паперу 60×84 1/16. Папір для множних апаратів.
Умовн. друк. арк. 0,7. Обл.-вид. арк. 0,9
Замовлення 144. Тираж 150 прим.

Видавництво УкрДУЗТ. Свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДУЗТ: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.