

Міністерство освіти і науки України
Українська державна академія залізничного транспорту

ГОЛОВКО ТЕТЯНА ВЛАДИСЛАВНА

УДК 656.222.3:656.66

**ФОРМУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ
ПРОЦЕСОМ ПРОСУВАННЯ ВАГОНОПОТОКІВ В НАПРЯМКУ
ПОРОМНОГО КОМПЛЕКСУ**

05.22.01 – транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Бутько Тетяна Василівна,
Українська державна академія залізничного транспорту, кафедра управління експлуатаційною роботою, завідувач кафедри.

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

кандидат технічних наук, доцент
Кириллова Олена Вікторівна,
Одеський національний морський університет, кафедра морські перевезення, доцент кафедри.

Захист відбудеться „05” грудня 2013 р. о 13:30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українській державній академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий „01” листопада 2013 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

А.В. Прохорченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розвиток комбінованих перевезень є одним з пріоритетних напрямків, які мають стратегічне значення для інтеграції України в світову транспортну систему. У зв'язку з цим отримала розповсюдження комбінована взаємодія між залізничним та морським транспортом, похідна яких утворює залізнично-поромні перевезення.

Згідно з Концепцією та програмою реструктуризації залізничного транспорту України функціонування в ринкових умовах вимагає підвищення її конкурентоздатності та значного скорочення експлуатаційних витрат. Як відомо, важливим чинником ефективного функціонування залізничного транспорту в конкурентному середовищі є застосування гнучких методів управління, забезпечення інтегрованості на основі сучасних логістичних технологій.

Удосконалення технології просування вагонопотоків на адресу поромного комплексу на основі системного підходу дозволить реалізувати автоматизовану процедуру управління цим процесом, що в свою чергу надасть значний поштовх в розвитку залізнично-поромних перевезень. Таким чином представлена дисертаційна робота є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася відповідно до Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 р. № 1106 (1106-2011-п), а також науково – дослідницьких тем: „Розробка та формування автоматизованих логістичних технологій залізничного транспорту” (держ. реєстр. № 0108U000077), „Аналіз та розробка технології автоматизованого поточного змінно-добового планування поїзної та вантажної роботи рівня залізниці” (держ. реєстр. № 0108U002312), „Розробка і дослідження технології перевізного процесу на залізничному транспорті на основі ресурсозбереження” (держ. реєстр. № 0105U000898), „Формування комплексу універсальних моделей, реалізація яких забезпечує раціональну організацію вантажопотоків на залізничній транспортній мережі” (держ. реєстр. № 0111U002236).

Мета і задачі дослідження. Метою даної дисертаційної роботи є формування автоматизованої технології управління процесом просування вантажів в напрямку поромного комплексу, яка забезпечує процес взаємодії залізничного та водного транспорту у міжнародному залізнично–поромному сполученні на основі вимог логістики. Реалізація цієї мети потребує постановку та вирішення таких основних задач:

1. Проаналізувати існуючі технології взаємодії залізничного і водного транспорту та оцінити техніко-експлуатаційні показники залізничного транспорту та поромного комплексу як єдиної системи.

2. Проаналізувати наукові дослідження щодо удосконалення процесів взаємодії залізничного і водного транспорту та перспективи подальшої автоматизації цих процесів.

3. Розробити комплекс моделей, які адекватно відтворюють можливі варіанти процесів просування вагонопотоків в напрямку поромних комплексів та дозволяють сформулювати логістичні технології перевезення вантажів.

4. Сформулювати систему підтримки прийняття рішень (СППР) для оперативного управління процесом просування вагонопотоків на залізничній мережі в напрямку поромних комплексів.

5. Удосконалити інформаційно-керуючу систему оперативного управління просування вагонопотоків в напрямку поромних комплексів шляхом інтегрування СППР на відповідні автоматизовані робочі місця оперативного персоналу.

6. Провести техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження автоматизованої логістичної технології перевезення вантажів в напрямку поромних комплексів.

Об'єкт дослідження – процес взаємодії залізничного транспорту та поромного комплексу.

Предмет дослідження – технологія управління процесом просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу.

Методи дослідження. Виконані дослідження ґрунтуються: на процедурі моніторингу; методах математичної статистики для проведення аналізу існуючих експлуатаційних показників перевізного процесу логістичного ланцюга «залізнична станція – поромний комплекс»; застосуванні теорії нечітких множин і нечіткої логіки для формування моделей вибору варіанту технологічного процесу та розширеного набору ситуацій з вибором пріоритетів при пропуску поїздів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні та рішенні науково-прикладного завдання формування автоматизованої технології управління процесом просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу на основі вимог логістики.

При цьому вперше:

- сформовано комплекс нечітких оптимізаційних моделей, які адекватно відтворюють логістичні технології просування вагонопотоків на адресу поромного комплексу з урахуванням множини можливих варіантів технологічних процесів, а саме – з резервом при просуванні маршрутами; з резервом при просуванні групами вагонів; без резерву при просуванні групами вагонів; без резерву при просуванні маршрутами;

- формалізовано процедуру оперативного управління логістичною системою «залізнична станція – поромний комплекс», на основі комплексу моделей нечіткого висновку, які є основою формування системи підтримки прийняття рішень на автоматизованому робочому місці оперативного персоналу;

набули подальшого розвитку:

- методи оперативного управління при визначенні пріоритетів пропуску поїздів всіх категорій в межах напрямку «залізнична станція – поромний комплекс», яка, на відмінність від існуючих, враховує наявність вагонів на адресу поромного комплексу.

удосконалено:

функціональну структуру інформаційно-керуючої системи при управлінні логістичним ланцюгом в процесі просування вагонів в напрямку поромного комплексу, шляхом реалізації системи підтримки прийняття рішень на автоматизовані робочі місця (АРМ) поїзного диспетчера та відповідального працівника поромного комплексу.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений комплекс моделей дозволяє здійснювати процедуру управління процесом просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу на основі вимог логістики.

Сформовано автоматизовану технологію просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу на період оперативного планування на основі комплексу нечітких оптимізаційних моделей, що дозволяє визначити раціональний варіант просування поїздопотоків з наданням пріоритетів поїздам з вагонами на адресу поромного комплексу.

Сформована автоматизована технологія дозволяє зменшити питомі експлуатаційні витрати на один вагон в напрямку поромного комплексу в межах від 4,9% до 28% (акт впровадження «Одеська залізниця»).

Розроблений комплекс моделей рекомендовано для використання на всіх залізницях України, які здійснюють відправлення вагонів в напрямку поромних комплексів.

Основні практичні результати і розроблені наукові підходи щодо формування автоматизованої технології управління процесом просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу на основі вимог логістики використані і впроваджені на Одеській залізниці, а також у навчальний процес Української державної академії залізничного транспорту (УкрДАЗТ) при вивченні дисциплін "Управління експлуатаційною роботою" та при проведенні навчально-дослідних робіт студентів. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами та патентами на корисну модель та винахід.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати роботи отримані особисто автором та всі дослідження проводилися в Українській державній академії залізничного транспорту. У статтях, які опубліковані у співавторстві, автору належить: у статі [1] проаналізовано конструктивні особистості нових систем і прогресивні технологічні процеси, які доводять необхідність формування логістичних технологій; у статті [2] проведено статистичні дослідження техніко-експлуатаційних показників системи «залізничний транспорт – морський порт»; у статті [3] сформовано моделі управління запасами при сумісній роботі порту та припортового залізничного вузла; у статті [5] проаналізовано існуючі варіанти доставки вантажів при сумісній роботі портів та залізничних вузлів на логістичних засадах; у статті [7] сформовано моделі взаємодії залізничного транспорту та поромного комплексу.

У патенті [8] автору належить - доопрацювання кінематичних та динамічних параметрів вагоноперекидача підвісного типу за умови підвищення продуктивності та покращення технології розвантаження напіввагонів в умовах функціонування

портів; у [9] - розробка комплексу додаткових задач для автоматизованого робочого місця поїзного диспетчера.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися та ухвалено на: 3-й науково-практичній конференції "Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління" (Київ, 2005 р.); 1 – й міжнародній науково-практичній конференції "Сучасні наукові досягнення - 2006" (Дніпропетровськ, 2006р.); международной научно-практической конференции "Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2007" (Одесса:Черноморье, 2007р.); международной научно-практической конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2008" (Одесса:Черноморье, 2008 р.); международной научно-практической конференции "Современные направления теоретических и прикладных исследований 2008" (Одесса:Черноморье, 2008 р.); 4-ї міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України" Вісник економіки транспорту і промисловості (Харків,2008 р.); 75-й міжнародній науково- технічній конференції УкрДАЗТ (Харків,2013 р.).

Дисертацію в повному обсязі розглянуто та схвалено на розширеному засіданні кафедри "Управління експлуатаційною роботою" (УЕР) УкрДАЗТ, та на науковому семінарі кафедри "Морські перевезення" Одеського національного морського університету.

Публікації. Відповідно до теми дисертації опубліковано 16 наукових праць, у тому числі 7 наукових статей (дві з них без співавторів) у фахових виданнях, що затверджені Міністерством освіти і науки України, 7 тез доповідей на науково-технічних конференціях, 2 патенти, з яких один патент на винахід, а один на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 6 додатків.

Повний обсяг роботи складає 185 сторінок, з яких обсяг основного тексту 122 сторінки. Робота ілюстрована 52 рисунками, з них 2 на окремих сторінках наведено 18 таблиць, з них 18 на окремі сторінці, список використаних джерел із 132 найменувань на 15 сторінках і 6 додатків на 46 сторінках.

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** дисертації на основі аналізу існуючих технологій взаємодії залізничного та водного транспорту доведено, що достатньо перспективним напрямком є розвиток залізнично-поромних перевезень, технологія

яких потребує удосконалення у частині відповідності вимогам логістики та інтегрованості.

Як довів аналіз, в умовах України спостерігається незначна, але стійка тенденція збільшення обсягів перевезень вантажів через ланку залізничний транспорт – поромний комплекс (ПК). Разом з тим спостерігається негативна тенденція збільшення часу простою вагонів у передпортовому залізничному вузлі, внаслідок неузгодженості в роботі різних видів транспорту.

Значний вплив на розвиток теорії просування вагонопотоків, в тому числі при взаємодії з різними видами транспорту, було зроблено в роботах таких вчених та практиків як: Є.В. Архангельський, К.А. Бернгард, В.І. Бобровський, Т.В. Бутько, В.А. Буянов, П.С. Грунтов, В.К. Губенко, М.І. Данько, І.В. Жуковицький, В.А. Івницький, В.П. Катаев, О.В. Кириллова, Е.Н. Кособоков, А.М. Котенко, В.А. Кулікова, В.М. Кулешов, Д.В. Ломотько, О.В. Лаврухін, В.К. Міроненко, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, Г.І. Нечаєв, А.К. Угрюмов, С.А. Симонян, В.В. Скалозуб, А.О. Смєхов, Є.А. Сотніков, Ф.А. Тевельов, І.Г. Тихомірова, Г.Т. Тихонов, А.В. Фокін, В.М. Чеклова, Є.М. Шафіт, О.Г. Шибасєв, та інші.

Аналіз наукових досліджень в цьому напрямку довів, що вони, в основному, присвячені удосконаленню технології взаємодії залізничного та водного транспорту без урахування особливостей в роботі поромного комплексу.

Спираючись на вимоги логістики та інтегрованості, необхідним є формування автоматизованих технологій, які включають увесь процес просування вагонопотоків від станції навантаження до поромного комплексу, який відбиває особливості взаємодії визначеного ланцюгу. Це, в свою чергу, потребує формалізації вищезазначеного процесу у вигляді математичних моделей.

У **другому розділі** сформовано комплекс нечітких оптимізаційних моделей з цільовими функціями питомих експлуатаційних витрат, що припадають на один вагон при підведенні вагонів до поромного комплексу технологічними маршрутами та за прямим варіантом. Перша цільова функція може бути представленою у наступному вигляді (1), при цьому функціонал $f(C_i), (i = \overline{1,8})$ має адитивний характер, а величина C_i - є питомі витрати по кожному елементу логістичного ланцюга, які є функцією кількості вагонів m в напрямку поромного комплексу

$$C_1(m) = \sum_{i=1}^8 C_i(m) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де C_1 - питомі витрати, що припадають на підбирання одного вагону в напрямку поромного комплексу, грн/ ваг; C_2 - питомі витрати, що припадають на один вагон, який рухається у напрямку ПК від станції відправлення (СВ) до останньої припортової технічної станції (ТС), грн; C_3 - питомі витрати пов'язані з переробкою поїздів на ТС з метою формування технологічного маршруту, грн/ ваг; C_4 - питомі витрати пов'язані зі слідуванням вагонів з ТС в технологічних маршрутах, грн/ ваг; C_5 - питомі витрати пов'язані з формуванням плітей, грн/ ваг; C_6 - питомі експлуатаційні витрати, пов'язані з простоем порому в очікуванні

завантаження, грн/ ваг; C_7 - питомі витрати пов'язані з формуванням резерву вагонів, грн/ ваг; C_8 - приведені експлуатаційні витрати, що пов'язані з простоем порому під завантаженням, грн/ ваг.

Очевидно, що на величину кожної складової C_i впливає значна кількість незалежних параметрів, які важко адекватно визначити стандартними математичними методами. Згідно з цим, для представлення елементів цільової функції (1) у явному вигляді, необхідно зазначити, що в такій постановці задачу визначення мінімальних експлуатаційних витрат при забезпеченні стійкого функціонування логістичного ланцюгу „станція відправлення – поромний комплекс” доцільно віднести до слабо структурованих і вирішувати відповідними методами. В даному випадку, доцільно використовувати методи нечіткої логіки, які дозволяють вирішувати поставлену задачу з точки зору нечіткої оптимізації. Згідно до цього елемент – питомі витрати, що припадають на підбирання одного вагону в напрямку поромного комплексу можливо представити в наступному вигляді

$$C_1 = \frac{c_n \cdot \bar{t}_n}{\mu_{1n} \cdot m_{ПК}}, \quad (2)$$

де c_n - витрати на простій одного вагону призначенням до поромного комплексу, грн/год; \bar{t}_n - середній простій одного вагону призначенням до поромного комплексу на станції відправлення, год.; $m_{ПК}$ - кількість вагонів, що знаходяться на полігоні призначенням до поромного комплексу, ваг.; μ_{1n} - функція приналежності, яка відбиває приналежність загального числа вагонів на визначеному полігоні поняттю – „нормативне завантаження порому” (у випадку поромного комплексу «Іллічівськ» нормативне або повне завантаження порому дорівнює $m_{ПКн} = 108$ вагонів).

У виразі (2) функція приналежності кількості вагонів, що прямують в напрямку поромного комплексу прийнято такою, що описується сигмоїдальною залежністю. Крім того, така залежність $\mu_{1n} = f(m_{ПК})$ носить характер монотонно зростаючої функції, що при значенні $m_{ПК} \geq m_{ПКн}$ дорівнює одиниці.

Наступним технологічним елементом є питомі витрати, що припадають на один вагон, який рухається у напрямку ПК від станції відправлення до останньої припортової технічної станції, може бути представленим, як

$$C_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{c_{Pi} \cdot \bar{t}_{Pi}}{\mu_{2Pi} \cdot m_{Pi}} \right)}{\mu_{1n} \cdot m_{ПК}}, \quad (3)$$

де c_{Pi} - вартість однієї поїздо-години на i -му напрямку, грн; \bar{t}_{Pi} - середній час на просування поїзду від СВ до ТС, год; m_{Pi} - кількість вагонів, що знаходяться в поїздах призначенням до поромного комплексу, ваг; μ_{2Pi} - значення функції

приналежності, які характеризують зв'язок між кількістю „поромних” вагонів в одному поїзді та витратами часу на їх просування до порту.

Чисельник цієї формули має наведений нижче вигляд, виходячи з припущення відносно сталого ринку. У більш загальному випадку, який відповідає мінливій кон'юктурі ринку величину $m_{\Pi i}$ доцільно описати як нечітку з наступною функцією приналежності $\mu_{2\Pi}(m_{\Pi i})$, що має вид сигмоїди

$$\mu_{2\Pi} = \frac{1}{1 + e^{-(m_{\Pi i} \cdot k_2 - a_2)}}, \quad (4)$$

де $m_{\Pi i}$ - математичне очікування кількості вагонів, що знаходяться в кожному поїзді призначенням до поромного комплексу на ТС, ваг.; a_2 - відповідно параметр зміщення сигмоїди, який дорівнює $a_2 = \frac{m_{\Pi n}}{2}$, ($m_{\Pi n}$ - нормативна кількість вагонів у складі поїзда, $m_{\Pi n} \in [50;55]$); k_2 - параметр стискання сигмоїди, що забезпечує виконання рівності $\mu_{2n}(a_2) = 0,5$.

Елемент C_3 – питомі витрати, пов'язані з переробкою поїздів на ТС з метою формування технологічного маршруту, може бути представленим в наступному вигляді

$$C_3 = \frac{\left(\mu_{3nep} \cdot \left(\frac{m_{nep}}{n} \right) \right) C_{обр} + \left(\mu_{4nep} \cdot \left(\frac{m_{nep}}{n} \right) \right) \cdot C_{pф}}{\mu_{1n} \cdot m_{ПК}}, \quad (5)$$

де $c_{pф}$ - витрати на розформування одного поїзду з вагонами призначенням до поромного комплексу, грн; $c_{обр}$ - витрати на обробку маршрутних поїздів, грн.; m_{nep} - кількість вагонів, що перероблюються на припортову станцію (ПС) призначенням на ПК, ваг.; μ_{3nep} - функція приналежності, яка відбиває приналежність відношення кількості „поромних” вагонів до кількості поїздів, в яких вони прибули, поняттю „маршрутне прибуття”; μ_{4nep} - функція приналежності, яка відбиває приналежність відношення кількості „поромних” вагонів до кількості поїздів, в яких вони прибули, поняттю „групи вагонів”.

Функції приналежності μ_{3nep} , μ_{4nep} як і попередні, підпорядковані сигмоїдальній залежності з відповідними параметрами але функція μ_{4nep} є монотонною, що зменшується

$$c_{pф} = t_{np} \cdot c_{np}, \quad (6)$$

де t_{np} - час простоювання вагонів на станції, які прибули в обробку, год; c_{np} - вартість однієї години простою вагонів на станції, грн.

$$c_{обр} = t_{обр} \cdot c_{np}, \quad (7)$$

де $t_{обр}$ - час простою вагонів на станції, під технічним і комерційним оглядом, год; $c_{пр}$ - вартість однієї години простою вагонів на станції, грн.

У виразі (5) співвідношення $\frac{m_{пер}}{n}$ характеризує частоту появи вагонів в поїздах призначенням на адресу поромного комплексу, які надійшли на технічну станцію для переробки. Функції приналежності $\mu_{3пер}$ та $\mu_{4пер}$ характеризують ступінь приналежності кожного поїзду, що прибуває на станцію, поняттям «маршруту» та «групи вагонів» і своїми значеннями підсилюють або послаблюють співвідношення $\frac{m_{пер}}{n}$, що в подальшому впливає на величину питомих витрат, пов'язаних з переробкою поїздів на останній технічній станції, яка розміщується перед портовим вузлом, при цьому

$$\mu_{3пер} + \mu_{4пер} = 1. \quad (8)$$

Елемент – питомі витрати, що пов'язані зі слідуванням вагонів з ТС в технологічних маршрутах, може бути представленим в наступному вигляді

$$C_4 = \frac{c_m \cdot \bar{t}_m}{m_m \cdot \mu_{5,m}}, \quad (9)$$

де c_m - витрати на просування одного технологічного маршруту призначенням до поромного комплексу, грн; \bar{t}_m - середній час на просування одного вагону в складі маршруту призначенням до поромного комплексу, год.; m_m - кількість вагонів в складі маршрутного поїзду призначенням до поромного комплексу, ваг.; $\mu_{5,m}$ - функція приналежності, яка характеризує зв'язок між кількістю вагонів в маршруті і витратами на їх просування, що також описується сигмоїдою.

Наступний елемент цільової функції, який пов'язаний з питомими витратами, що припадають на формування плітей, визначається технологічними умовами їх формування

$$C_5 = \bar{C}_{ПВ}, \quad (10)$$

де $\bar{C}_{ПВ}$ - середні значення витрат, що припадають на один вагон під час формування пліті (згідно статистичних даних на полігоні дослідження ПК Іллічівськ дорівнює 115 грн.), грн./ваг.

Елемент – питомі експлуатаційні витрати, що пов'язані з формуванням резерву вагонів, може бути представленим в наступному вигляді

$$C_6 = \frac{(M_{\max}(1-\alpha) - m_m \cdot \mu_{5M}) \cdot t_{np} \cdot c_{np}}{M_{\max}(1-\alpha)} + C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (11)$$

де M_{\max} - максимальна місткість порому у вагонах (для ПК Іллічівськ $M_{\max} = 108$ вагонів); α - доля одиниць автомобільного транспорту, який завантажується на пором при відсутності залізничного рухомого складу; c_{np} - витрати на простій одного вагону в резерві, грн; t_{np} - час на простій одного вагону в резерві до навантаження на пором, год.

Елемент – питомі експлуатаційні витрати, що пов'язані з простоєм резерву вагонів в очікуванні прибуття порому, пропонується представити в наступному вигляді (при рівномірному надходженні поромів)

$$C_7 = \frac{(t_{nn} - t_{норм}) \cdot m_m \cdot \mu_{5M} \cdot c_{np}}{M_{\max}(1-\alpha)}, \quad (12)$$

де t_{nn} - час рейсу порому, год.; $t_{норм}$ - нормативний час на завантаження порому, год.

Елемент – приведені експлуатаційні витрати, що пов'язані з простоєм порому під завантаженням

$$C_8 = \frac{c_{нор} \cdot t_{нрн}}{\mu_{1n} \cdot m_{ПК}}, \quad (13)$$

де $c_{нор}$ - витрати на одну годину простою порому, грн; $t_{нрн}$ - час простоювання порому, год.

У технологічному процесі, що досліджується, система обмежень повинна відбивати умови обмеженості ємності припортової станції при формуванні резерву вагонів R в напрямку ПК та економічної доцільності долі α автомобільного транспорту (залежить від діючої тарифної політики на перевезення), що перевозиться на поромі, а також дотримання нормативного часу простою самого порому $T_{ПН}$. В аналітичному вигляді ці умови мають відповідно наступний вигляд

$$\begin{cases} R \leq M_{\max} - m_m \cdot \mu_{5M} \\ t_{нрн} \cdot \text{con}(\mu_6(t_{нрн})) = t_{нрн} \cdot \mu_6^2(t_{нрн}) = T_{ПН}, \forall t_{нрн} \in T_{нрн} \\ 0,3 \leq \alpha \leq 0,6 \\ Q_0 \leq q \leq m_{ПК} \cdot Q_{0p} \end{cases}, \quad (14)$$

де $\mu_6(t_{нрн})$ - функцію приналежності часу простою вагону під навантаженням прийнято такою, що має форму трикутника, а оператор концентрації $\text{con}(\mu_6(t_{нрн}))$ підсилює умову доставки вагонів «точно в строк» на пором; $T_{нрн}$ - множина часів

простоювання порому, $T_{npr} \in [a; c]$; q - загальна маса вантажу на поромі, яка складається з мас вагонів (брутто або тари) та автомобілів (брутто або тари), т.

Таким чином процес просування вагонопотоків в напрямку ПК з урахуванням резерву представлено як нечітку оптимізаційну задачу.

Універсальність сформованої моделі полягає в тому, що вона враховує різні варіанти надходження вагонів на адресу ПК, а саме: технологічними маршрутами або вагонними партіями в наскрізних з частковою переробкою або дільничних поїздах.

Формалізація процесу просування вагонів на адресу поромного комплексу за прямим варіантом ґрунтується на врахуванні попередньої моделі. Однак на відмінність від зазначеної моделі з цільової функції необхідно виключити елементи, які відповідають за питомі експлуатаційні витрати, пов'язані з формуванням та простоем вагонів резерву. Таким чином з цільової функції (1) буде виключено елементи C_6 та C_7 . Оскільки при даному варіанті надходження вагонів на адресу ПК може виникати ситуація, при якій завантаження порому вагонами буде відбуватися з перервами (з-за того, що час навантаження порому вагонами t_{nn} буде меншим ніж час між прибуттям вагонів t_{ns} , тобто $t_{ns} > t_{nn}$), то слід передбачити умову заповнення цього часу $\Delta t = t_{ns} - t_{nn}$, завантаженням порому вантажем, який прямує в великотоннажних автомобілях. При цьому необхідно дотримуватися збільшення економічної доцільності від поромних перевезень, яка ґрунтується на максимальному використанні чистої вантажопідйомності порому, тобто дедвейту Q_d (англ., Deadweight Cargo Capacity – DWCC). Світова практика доводить, що дана умова буде виконуватися при повному завантаженні порому тільки вагонами з вантажем, або вагонами та великотоннажними автомобілями з долею в межах $0,3 \leq \alpha \leq 0,6$ від показника DWCC. Відповідно до цього цільова функція, яка описує процес надходження вагонів на адресу ПК при завантаженні по прямому варіанту та система обмежень, прийме наступний вигляд

$$C_{II}(m) = \sum_{j=1}^6 C_j(m) \rightarrow \min, \quad (15)$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} R \leq M_{\max} - m_M \cdot \mu_{5M} \\ t_{npr} \cdot Dil(\mu_6(t_{npr})) = t_{npr} \cdot \sqrt{\mu_6(t_{npr})} = T_{ПН}, \forall t_{npr} \in T_{npr} \\ 0,3 \leq \alpha \leq 0,6, \\ Q_d \leq q \leq m_{ПК} \cdot Q_{\sigma p} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R \leq M_{\max} - m_M \cdot \mu_{5M}, \\ t_{npr} \cdot \sqrt{\mu_6(t_{npr})} \in [a; c], \\ 0,3 \leq \alpha \leq 0,6. \\ Q_d \leq q \leq m_{ПК} \cdot Q_{\sigma p} \end{cases} \quad (16)$$

де $Q_{\sigma p}$ - маса брутто вагона, т.

Згідно раніше визначеної цільової функції $C_I(m)$, складова $C_6(m)$ у цільовій функції $C_{II}(m)$ відповідає складової $C_8(m)$.

Обмеження типу $t_{nprn} \cdot \sqrt{\mu_6(t_{nprn})} \in [a; c]$ обумовлено відсутністю резерву вагонів, в наслідок чого може виникнути простій судна з більш значним відхиленням від нормативного.

На рисунку 1 наведено результати моделювання, які доводять доцільність обирання технології просування вагонопотоків в напрямку поромних комплексів, в основу якої покладено формування резерву вантажних вагонів безпосередньо на території ПК.

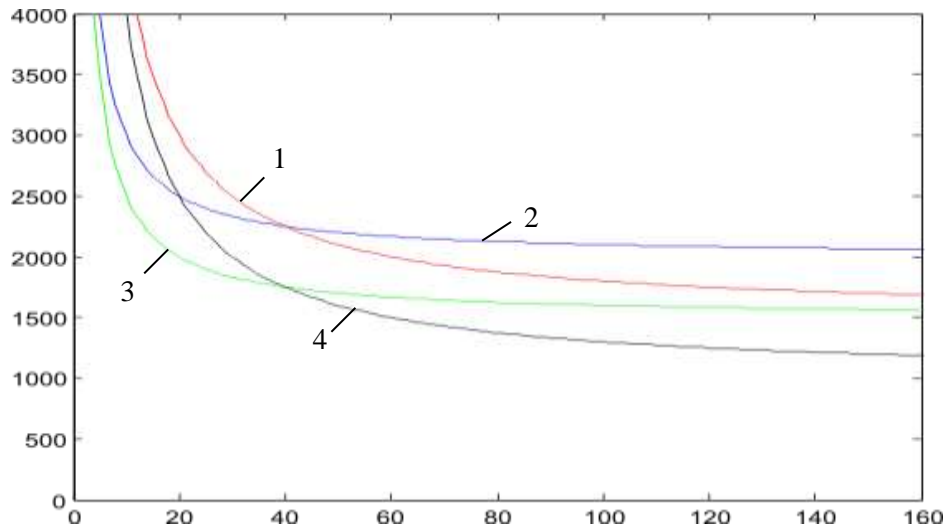


Рисунок 1 - Графічна інтерпретація роботи моделі визначення раціонального варіанту просування вагонопотоку в напрямку ПК

Примітка: 1– маршрут без резерву; 2– прямий без резерву; 3– прямий з резервом; 4 – маршрут с резервом.

Для оперативного управління просуванням вагонопотоків в напрямку поромних комплексів необхідно розробити автоматизовану технологію, яка надасть можливість обирати найбільш доцільні варіанти реалізації графіку руху поїздів в оперативних умовах. Це в свою чергу потребує формалізації оперативного управління в процесі просування вагонопотоків. З метою досягнення найбільшого економічного ефекту від перевезень зазначена технологія повинна враховувати усі поїзди на напрямках.

У **третьому розділі** наведено процедуру формалізації автоматизованої технології для виконання операцій, щодо оперативного управління процесом просування вагонопотоків на залізничній мережі з виділенням підзадач пріоритетного просування вагонів в напрямку ПК.

Для формалізації процесу вибору найбільш ефективної технології у даній оперативній ситуації, що склалася на відповідному полігоні залізниць, при обов'язковому формуванні резерву вагонів в напрямку поромного комплексу використаємо модель прийняття рішень у вигляді системи нечіткого виводу.

Для першої вхідної змінної X створено лінгвістичну змінну з найменуванням "Кількість вагонів на полігоні". Далі потрібно задати універсальну множину, тобто область визначення змінної.

Для лінгвістичної змінної "Кількість вагонів на полігоні", визначено терм-множини та відповідні до них ознаки

$$\langle \tilde{\alpha}_i, T_1, X \rangle \rightarrow \langle \text{"Кількість вагонів на полігоні"}, T_1, [x_{\min}, x_{\max}] \rangle, \quad (17)$$

де $T_1 = \{\text{"декілька вагонів"}, \text{"третина составу"}, \text{"половина составу"}, \text{"дві третини составу"}, \text{"состав"}, \text{"півтора составу"}, \text{"два та більше составів"}\}$ - терм-множина; x_{\min}, x_{\max} - відповідно мінімальне і максимальне значення базової множини $X = \{x\}$, яка характеризує наявну кількість вагонів на полігоні призначенням до ПК, яку буде включено до поїздів

$$\tilde{\alpha}_i = \left\langle \mu_{\alpha_i} x / (x) \right\rangle, \quad (x \in X). \quad (18)$$

В даному випадку значення лінгвістичної змінної "Кількість вагонів на полігоні" з терм-множини T_1 описується нечіткими змінними з відповідними назвами і обмеженнями на можливі значення.

Наступна вхідна змінна моделі відображає інтервал часу, який залишається до відправлення порому. Це важливий чинник, який безпосередньо впливає на прийняття рішення при виборі стратегії підводу вагонів для завантаження на пором. Для його описання визначимо лінгвістичну змінну з найменуванням "Залишок часу".

Необхідно визначити терм-множини та відповідні до них ознаки. Таким чином буде сформовано множину $\mu_{\beta_j}, j=1, \dots, m$ функцій приналежності, які відповідають визначеним раніше ознакам, а саме

$$\langle \tilde{\beta}_j, T_2, W \rangle \rightarrow \langle \text{"Залишок часу"}, T_2, [w_{\min}, w_{\max}] \rangle, \quad (19)$$

де $T_2 = \{\text{"недостатньо"}, \text{"прямий варіант"}, \text{"маршрут"}\}$; w_{\min}, w_{\max} - відповідно мінімальне і максимальне значення базової множини $W = \{w\}$, яка характеризує наявну кількість вагонів, які будуть включено в поїзди у напрямку ПК

$$\tilde{\beta}_j = \left\langle \mu_{\beta_j} w / (w) \right\rangle, \quad (w \in W). \quad (20)$$

Значення лінгвістичної змінної "Залишок часу" з терм-множини T_2 описується нечіткими змінними з відповідними назвами і обмеженнями на можливі значення.

Наступним чинником, який безпосередньо впливає на прийняття рішення при виборі стратегії підводу вагонів для завантаження на пором є величина поточного резерву вагонів. Для відображення цього чинника створено лінгвістичну змінну з найменуванням "Наявний резерв".

Нечітку змінну "Наявний резерв" відтворено набором функцій приналежності $\mu_{\chi_q}, q=1, \dots, d$, які відповідають визначеним раніше ознакам, а саме

$$\langle \tilde{\chi}_q, T_3, R \rangle \rightarrow \langle \text{"Наявний резерв"}, T_3, [r_{\min}, r_{\max}] \rangle, \quad (21)$$

де $T_3 = \{ \text{"менше однієї десятої"}, \text{"одна п'ята"}, \text{"одна четверта"}, \text{"третина"}, \text{"половина"}, \text{"дві третини"}, \text{"три чверті"}, \text{"більше трьох чвертей"} \}$; r_{\min}, r_{\max} - відповідно мінімальне і максимальне значення базової множини $R = \{r\}$, яка характеризує наявну кількість вагонів резерву на території поромного комплексу

$$\tilde{\chi}_q = \left\{ \left\langle \mu_{\tilde{\chi}_q} r / (r) \right\rangle \right\} (r \in R). \quad (22)$$

Вихідна змінна моделі представлена лінгвістичною змінною з найменуванням "метод організації вагонопотоків", терм-множина якої складається із двох термів, які відображають дві можливі стратегії організації вагонопотоків. Терми представлені функціями приналежності S-типу і Z-типу, тобто прямою і зворотною сигмоїдами, що представляють собою комплементарну пару.

По аналогії із формуванням ознак вхідних нечітких змінних сформовано терм-множини та функції приналежності вихідної змінної "Метод організації вагонопотоків"

$$\langle \delta_e, T_4, Y \rangle \rightarrow \langle \text{"Метод організації вагонопотоків"}, T_4, [y_{\min}, y_{\max}] \rangle, \quad (23)$$

де $T_4 = \{ \text{"Прямий варіант"}, \text{"Маршрут"} \}$; y_{\min}, y_{\max} - відповідно мінімальне і максимальне значення базової множини $Y = \{y\}$, яка характеризує спосіб просування вагонопотоку на адресу поромного комплексу

$$\tilde{\delta}_e = \left\{ \left\langle \mu_{\tilde{\delta}_e} y / (y) \right\rangle \right\} (y \in Y). \quad (24)$$

В даному випадку значення вихідної лінгвістичної змінної "Метод організації вагонопотоків" з терм-множини T_4 описується нечіткими змінними з відповідними назвами і обмеженнями на можливі значення.

Після формалізації процесу просування вагонопотоків в напрямку ПК та проведення моделювання, необхідно формалізувати процедуру оперативного визначення пріоритетного просування вагонопотоків, в склад яких можуть входити вагони призначенням на адресу поромного комплексу.

Для формалізації процедури оперативного визначення пріоритетного просування вагонопотоків з вагонами на адресу поромного комплексу необхідно визначити ознаки, які будуть у більшому ступеню відповідати заченню певного пріоритету. Слід забезпечити дотримання умов універсальності визначеної процедури, тобто майбутня модель повинна функціонувати як в умовах просування поїздів, в складі яких знаходяться вагони на адресу ПК так і без них.

Згідно з цим набір нечітких змінних, який буде покладено в основу моделі визначення пріоритету відправлення та попуску поїздів по дільницях може бути представленим в наступному вигляді

$$\left\{ \begin{array}{l} \langle \text{"Кількість поромних вагонів"} \rangle, \\ \langle \text{"Кількість вагонів зі спливаючим терміном"} \rangle, \\ \langle \text{"Залишковий час слідування"} \rangle, \\ \langle \text{"Час до початку операцій з вагонами"} \rangle. \end{array} \right\} \rightarrow \langle \langle \text{"Пріоритет"} \rangle \rangle, \quad (25)$$

Як і у випадку формалізації процесу просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу, було сформовано ознаки функцій приналежності в аналітичному вигляді. Нечітку змінну "Кількість поромних вагонів" представлено набором $\gamma_{\varphi_z}, z = 1, \dots, s$ функцій приналежності, які відповідають наступним ознакам

$$\langle \tilde{\varphi}_z, H_1, J \rangle \rightarrow \langle \text{"Кількість поромних вагонів"}, H_1, [j_{\min}, j_{\max}] \rangle, \quad (26)$$

де $H_1 = \{ \text{"менше п`яти вагонів"}, \text{"чверть составу"}, \text{"половина составу"}, \text{"три чверті составу"}, \text{"состав"} \}$; j_{\min}, j_{\max} - відповідно мінімальне і максимальне значення базової множини $J = \{j\}$, яка характеризує наявну кількість вагонів в складі певного вантажного поїзду на адресу ПК

$$\tilde{\varphi}_z = \langle \langle \gamma_{\varphi_z} j / (j) \rangle \rangle, \quad (j \in J). \quad (27)$$

Для спрощення побудови моделі визначення пріоритету при просуванні поїздів по дільницях в роботі прийнято, що ознаки та функції приналежності нечіткої змінної "Кількість поромних вагонів" будуть ідентичними ознакам та функціям приналежності нечіткої змінної "Кількість вагонів зі спливаючим терміном" з термножиною H_2 .

Наступною нечіткою множиною для формалізації виступає "Залишковий час слідування". Як і у попередніх випадках було сформовано ознаки функцій приналежності в аналітичному вигляді. Нечітку лінгвістичну змінну "Залишковий час слідування" представлено набором $\eta_{v_c}, c = 1, \dots, g$ функцій приналежності, які відповідають наступним ознакам

$$\langle \tilde{v}_c, H_3, V \rangle \rightarrow \langle \text{"Залишковий час слідування"}, H_3, [v_{\min}, v_{\max}] \rangle, \quad (28)$$

де $H_3 = \{ \text{"близько 3 годин"}, \text{"близько 6 годин"}, \text{"близько 9 годин"}, \text{"близько 12 годин"}, \text{"близько 18 годин"}, \text{"близько 21 години"}, \text{"близько доби"}, \text{"більше доби"} \}$; v_{\min}, v_{\max} - відповідно мінімальне і максимальне значення базової множини $V = \{v\}$, яка характеризує наявну кількість вагонів в складі певного вантажного поїзду на адресу ПК

$$\tilde{v}_c = \{ \langle v_c v / (v) \rangle \}, (v \in V). \quad (29)$$

Як і у випадку з нечіткими змінними "Кількість поромних вагонів" та "Кількість вагонів зі спливаючим терміном" в даному випадку для спрощення моделі було застосовано прийом ідентичності ознак нечітких змінних "Залишковий час слідування" та "Час до початку операцій з вагонами" з терм-множиною H_4 .

Останнім кроком формування процесу оперативного визначення пріоритетного просування вагонопотоків з вагонами на адресу ПК є визначення вихідної змінної - ρ_b , $b = 1, \dots, l$ на основі формування її відповідних ознак та функцій приналежності σ_{ρ_b}

$$\langle \rho_b, H_5, K \rangle \rightarrow \langle \text{"Пріоритет"}, H_5, [k_{\min}, k_{\max}] \rangle, \quad (30)$$

де $H_5 = \{ \text{"Звичайний"}, \text{"Підвищений"}, \text{"Високий"}, \text{"Виключний"} \}$; k_{\min}, k_{\max} - відповідно мінімальне і максимальне значення базової множини $K = \{k\}$, яка відповідає бальній оцінці щодо надання лінгвістичного значення пріоритету при просуванні поїздів по дільницях у оперативному режимі

$$\tilde{\rho}_b = \{ \langle \sigma_{\rho_b} k / (k) \rangle \}, (k \in K). \quad (31)$$

В даному випадку значення вихідної лінгвістичної змінної "Пріоритет" з терм-множини H_5 описується нечіткими змінними з відповідними назвами і обмеженнями на можливі значення.

Формалізовані процеси просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу та оперативного визначення їх пріоритетів є основою автоматизованої системи, яка буде представляти окрему задачу на автоматизованому робочому місці оперативного персоналу (АРМ), який відповідає за формування, просування та обробку поїздопотоків для поромного комплексу.

У четвертому розділі запропоновано удосконалення функціональної структури інформаційної системи для управління взаємодією залізничного транспорту із поромним комплексом та економічне обґрунтування розробленої технології. Згідно з цим було проведено аналіз інформаційних потоків, які циркулюють в АСК ВП УЗЄ, на основі якого було доведено, що фактично не існує інформаційних повідомлень, які враховують пріоритет пропуску поїздопотоків із відповідними вагонами, зокрема в напрямку поромних комплексів. Для усунення зазначених недоліків запропоновано додаткові задачі, що розширюють функціональні можливості оперативного персоналу, який вирішує задачі управління пропуском вагонопотоків на адресу ПК, що представлено у вигляді системи підтримки прийняття рішень на відповідних АРМах, а саме АРМ ДНЦ та АРМ ПК.

Для оцінки економічної ефективності розробленої автоматизованої технології управління процесом просування вагонопотоків в напрямку ПК, запропоновано

підхід, який враховує динамічність умов, що змінюються в процесі прийняття рішень за період оперативного планування. В результаті порівняння всіх можливих варіантів технологічних процесів оцінено пріоритетність кожної технології, при цьому різниця питомих експлуатаційних витрат коливається в межах від 4,9% до 28%.

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання формування автоматизованої технології управління процесом просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу, яка, на відміну від існуючої, дозволяє оптимізувати процеси, пов'язані з просуванням поїздів в логістичному ланцюзі «залізнична станція – поромний комплекс» при забезпеченні високого рівня економічної доцільності.

На основі проведених у роботі досліджень можна констатувати:

1. Аналіз існуючих технологій взаємодії залізничного та водного транспорту довів, що достатньо перспективним напрямком є розвиток залізнично-поромних перевезень, технологія яких потребує удосконалення у частині відповідності вимогам логістики та інтеперабельності.

2. Враховуючи слабку структурованість задачі та спираючись на системний підхід проведено процес формалізації технології просування вагонопотоків в адрес поромних комплексів за варіантами обов'язкового формування резерву вагонів на припортовій станції. З цією метою сформовано нечітку оптимізаційну модель з цільовою функцією, яка представляє сумарні питомі витрати, що припадають на один вагон по всьому логістичному ланцюгу у вигляді адитивного суперкритерію, та відповідної системи обмежень, що враховує техніко-технологічні умови просування вагонопотоків. Структура цільової функції така, що вона одночасно враховує можливість накопичення резерву вагонів за двома технологіями – через формування технологічного маршруту або через процес безпосереднього надходження вагонів на адресу поромного комплексу у вантажних поїздах.

3. Сформовано комплекс нечітких оптимізаційних моделей, які відбивають процес просування вагонів на адресу поромного комплексу без формування резерву при просуванні технологічними маршрутами або в поїздах (групами вагонів).

4. Для визначення пріоритету при оперативному управлінні процесом просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу сформовано модель нечіткого висновку, адекватність якої перевірено на граничних і середніх значеннях вхідних лінгвістичних змінних, що візуально відтворено у вигляді відповідних поверхонь відгуку вихідних значень лінгвістичної змінної “*Пріоритет*”.

5. Формалізовані процедури оперативного управління процесом просування вагонопотоків на залізничній мережі в напрямку поромних комплексів є основою для формування системи підтримки прийняття рішень на автоматизованих робочих місцях оперативного персоналу.

6. Запропоновано додаткові задачі, що розширюють функціональні можливості оперативного персоналу, який вирішує задачі управління пропуском вагонопотоків на адресу ПК, що представлено у вигляді системи підтримки прийняття рішень на відповідних АРМах, а саме АРМ ДНЦ та АРМ ПК.

7. В результаті порівняння всіх можливих варіантів технологічних процесів, оцінено пріоритетність кожної технології, при цьому різниця питомих експлуатаційних витрат коливається в межах від 4,9% до 28%.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні праці:

1. Бутько, Т.В. Усовершенствование технологии работы припортовой станции [Текст] /Т.В. Бутько, Т.В. Головки // Зб. наук. праць. – К.: КУЕТТ, 2004. – Вип. 5. – С. 87-91.

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

3. Шевченко, В.В. Управление запасами грузов при совместной работе порта и припортового узла [Текст] / В.В. Шевченко, Т.В. Головки // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.– Харків, 2006. – Вип. 5,6 (61,62). – С. 28–32.

4. Головки, Т.В. Удосконалення методики розрахунку експлуатаційних показників технічних засобів транспорту [Текст] / Т.В. Головки // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 76. – С. 177-182.

5. Бутько, Т.В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів на основі логістичних методів [Текст] /Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, Т.В. Головки // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2007.– Вип. 3/6 (27) – С. 10-16.

6. Головки, Т.В. Дослідження варіантів процесу просування вагонопотоків в напрямку поромних комплексів [Текст] / Т.В. Головки // Зб. наук. праць.– Донецьк: ДонІЗТ, 2011.– Вип.28. – С.17–21.

7. Бутько, Т.В. Формування математичної моделі взаємодії залізничного транспорту та поромного комплексу [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін, Т.В. Головки // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2011. – Вип. 6/9 (54) – С. 66–69.

Додаткові праці, які відображують результати дисертації:

8. Патент 4803 Україна В65G67I48. Вагонопрекидач / В.Ф.Головки, Р.І. Візняк, Т.В.Головки; заявники і патентоволодарі В.Ф. Головки, Р.І. Візняк, Т.В. Головки – № 20040402977; заявл. 21.04.2004; опубл. 15.02.2005, Бюл. №2.

9. Патент 66788 Україна МПК В61L 25/00, В61L 27/00, G06F 7/100, G06N 7/100. Автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера / О.В. Лаврухін, Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна, Т.В. Головка; заявники і патентоволодарі О.В. Лаврухін, Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна, Т.В. Головка – № у 2011 13755; заявл. 22.11.2011; опубл. 10.01.2012, Бюл. №1.

Праці апробаційного характеру:

10. Головка, Т.В. Удосконалення технології роботи припортового залізничного вузла на основі ресурсозберігаючих технологій / Т.В. Головка // Збірник тез доповідей третьої наук.-практ. конф. ["Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління"]. (Київ, 24 -25 листопада 2005 р.). – Київ: КУЕТТ, 2005.– С.105.

11. Ломотько, Д.В. Проблеми розподілу обмеженого ресурсу між транспортними підрозділами / Д.В. Ломотько, Т.В. Головка // Збірник тез доповідей I - ї міжнар. наук.-практ. конф. ["Сучасні наукові досягнення 2006"] / (Дні пропетровськ, 20-28 лютого 2006 р.). – Дніпропетровськ: ДИИТ, 2006. – С.22.

12. Бутько, Т.В. Удосконалення технології сумісної роботи залізнично-водних транспортних вузлів на основі логістичних методів / Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, Т.В. Головка // Сборник научных трудов по материалам междунар. научн.- практ. конф. ["Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2007"]. (Одесса, 1–15 октября 2007г.) – Одесса, 2007. Том 1. Транспорт, физика и математика. – С. 10–12.

13. Бутько, Т.В. Моделювання залізнично-водного транспортного вузла за допомогою теорії графів / Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, Т.В. Головка // Сборник научных трудов по материалам междунар. научн.-практ. конф. ["Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2008"]. (Одесса, 15-25 декабря 2008г.). – Одесса, 2008. – Том 1. Транспорт, туризм и рекреация. – С. 34–35.

14. Бутько, Т.В. Структурный подход к анализу припортового железнодорожного узла / Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, Т.В. Головка // Сборник научных трудов по материалам междунар. научн.-практ. конф. ["Современные направления теоретических и прикладных исследований 2008"], (Одесса, 15–25 марта 2008г.). – Одесса, 2008. – Том 1. Транспорт. – С. 19–21.

15. Бутько, Т.В. Розробка моделі просування маршрутів з урахуванням часу підходу суден / Т.В. Бутько, Т.В. Головка // Вісник економіки транспорту і промисловості: тези доповідей 4-ї міжнар. наук.-практ. конф. ["Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України"]. (Харків, 2-7 червня 2008р.). - Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип 22. - С. 21.

16. Головка, Т.В. Формування автоматизованої технології управління процесом просування вантажів у напрямку поромного комплексу / Т.В. Головка // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту: тези доповідей за матеріалами 75-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 17–19 травня 2013р.) – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 136. – С. 379.

АНОТАЦІЯ

Головко Т.В. Формування автоматизованої технології управління процесом просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи. – Українська державна академія залізничного транспорту, МОН України, Харків, 2013.

Дисертацію присвячено вирішенню науково-прикладного завдання – формування автоматизованої технології управління процесом просування вагонопотоків в напрямку поромного комплексу. В роботі проведено аналіз існуючих технологій взаємодії залізничного та водного транспортів, зокрема залізнично-поромних перевезень.

Формалізовано процеси просування вагонів на адресу поромного комплексу за варіантами можливих технологічних процесів.

Формалізовано процедуру оперативного визначення пріоритетного просування вагонопотоків з вагонами на адресу ПК із забезпеченням мінімальних експлуатаційних витрат.

Удосконалено структуру і комплекс задач за рахунок інтегрування розробленого комплексу моделей на автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера та оперативного працівника поромного комплексу.

Ключові слова: поромний комплекс, поїздопотоки, вагонопотоки, логістичні технології, автоматизована система управління, нечітка оптимізаційна модель, система підтримки прийняття рішень.

АННОТАЦИЯ

Головко Т.В. Формирование автоматизированной технологии управления процессом продвижения вагонопотоков в направлении паромного комплекса. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 – транспортные системы. – Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, МОН Украины, Харьков, 2013.

Диссертационная работа посвящена решению научно-прикладного задания формирования автоматизированной технологии управления процессом продвижения вагонопотоков в направлении паромного комплекса, которая позволяет оптимизировать процессы, непосредственно связанные с продвижением поездов в логистической цепи «железнодорожная станция – паромный комплекс» по критерию минимальных эксплуатационных затрат.

Проведенный анализ существующих технологий взаимодействия железнодорожного и водного транспорта доказал, что достаточно перспективным направлением является развитие железнодорожно-паромных перевозок, технология которых требует усовершенствования в части соответствия требованиям логистики и интероперабельности.

Учитывая слабую структурированность задачи и опираясь на системный подход, проведен процесс формализации технологии продвижения вагонопотоков в адрес паромных комплексов в виде комплекса нечётких оптимизационных моделей,

который состоит из целевой функции в виде суммарных удельных эксплуатационных затрат и системы ограничений, учитывающей технико-технологические условия продвижения поездопотоков и вагонопотоков. Комплекс моделей формализует все варианты технологических процессов продвижения вагонопотоков в направлении ПК, а именно - с формированием резерва при продвижении маршрутами; с резервом при продвижении группами вагонов; без резерва - при продвижении группами вагонов; без резерва - при продвижении маршрутами.

Особенностями сформированных моделей является то, что они учитывают возможность полного использования грузоподъемности паромов путём дозагрузки его большегрузным автомобильным транспортом.

Для определения приоритета при оперативном управлении процессом продвижения вагонопотоков в направлении паромного комплекса сформирована модель нечеткого вывода, адекватность которой проверено на предельных и средних значениях входящих лингвистических переменных, что визуально воспроизведено в виде соответствующих поверхностей отклика исходящих значений лингвистической переменной "Приоритет".

Формализованная процедура оперативного управления процессом продвижения вагонопотоков на железнодорожной сети в направлении паромных комплексов является основой для формирования системы поддержки принятия решений на автоматизированных рабочих местах оперативного персонала.

Предложены дополнительные задачи, расширяющие функциональные возможности оперативного персонала, который решает задачи управления пропуском вагонопотоков в адрес паромного комплекса, представленные в виде системы поддержки принятия решений на соответствующих автоматизированных рабочих местах, а именно АРМ поездного диспетчера и АРМ ПК.

В результате сравнения всех возможных вариантов технологических процессов, оценено приоритетность каждой технологии, при этом разность удельных эксплуатационных расходов колеблется в пределах от 4,9% до 28%.

Ключевые слова: паромный комплекс, поездопотоки, вагонопотоки, логистические технологии, автоматизированная система управления, нечеткая оптимизационная модель, система поддержки принятия решений.

THE SUMMARY

Formation of automated technology of car traffic volume movement process management in direction of ferry complex. - Manuscript.

Dissertation for the degree of Ph.D., specialty 05.22.01 - transportation systems. Ukrainian State Academy of Railway Transport, MES of Ukraine, Kharkiv, 2013.

The dissertation is devoted to resolving of scientific and applied task - formation of automated technology of car traffic volume movement process management in direction of ferry complex. Analysis of existing railway and water transport cooperation technologies (rail and ferry transportation in particular) is conducted in the work. Processes of cars movement in direction of ferry complex are formalized by variants of possible technological processes.

Procedure of operational determination of foreground car traffic volumes movement with cars addressed to PK with provision of minimal operation cost is formalized.

Structure and complex of tasks are improved by integration of developed complex of models to automated workstation of train dispatcher and ferry complex operational worker.

Keywords: ferry complex, operational plan, train work, fuzzy model, train traffic volume management, system of decision making support, automated management system, synergistic effect.

ГОЛОВКО ТЕТЯНА ВЛАДИСЛАВНА

УДК 656.222.3:656.66

**ФОРМУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ
ПРОЦЕСОМ ПРОСУВАННЯ ВАГОНОПОТОКІВ В НАПРЯМКУ
ПОРОМНОГО КОМПЛЕКСУ**

05.22.01 – транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

доц. Калашнікова Т.Ю.

Підписано до друку "30" жовтня 2013р.
Формат паперу 60×84 1/16. Папір для множних апаратів.
Умовн. – рук. Арк. 0,8. Обл.-вид. Арк. 0,9
Замовлення № 483. Тираж 100 прим.

Видавництво УкрДАЗТ. Свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007р.
Друкарня УкрДАЗТу: 61050, Харків - 50, майдан Фейєрбаха, 7