Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Українська державна академія залізничного транспорту

БАУЛІНА ГАННА СЕРГІЇВНА

УДК 656.21.001.57

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ

05.22.01 – транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2012

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту Міністерства освіти і науки, молоді та спорту 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
Губенко Володимир Костянтинович,
Приазовський державний технічний університет, кафедра технології міжнародних перевезень і логістики, завідувач кафедри

кандидат технічних наук, доцент
Нестеренко Галина Іванівна,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, факультет «Управління процесами перевезень», декан факультету

Захист відбудеться « 25 » жовтня 2012 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 «____» _____2012 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради А.В. Прохорченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вантажовідправник при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні чекає від перевізника (залізничного транспорту) чітких умов, коротких термінів доставки, виключаючи всякого роду випадковості. Тому учасники перевізного процесу повинні забезпечувати таку організацію роботи, що дозволяє отримати системний ефект за рахунок кращої організації їх діяльності.

Перевізна спроможність та ефективність роботи залізниць при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні визначаються ефективністю роботи прикордонних передавальних станцій (ППС), що мають забезпечувати безперешкодний пропуск вагонопотоків, завдяки наявності раціональної технології обробки експортно-імпортного вагонопотоку, передачі вантажів з однієї країни в іншу. Це вимагає від транспортної галузі впровадження комплексних заходів з удосконалення технології управління вагонопотоками на прикордонних передавальних станціях, зокрема при виконанні додаткової маневрової роботи із затриманими вагонами.

Враховуючи, що час перебування вагонів на станції справляє негативний вплив на термін доставки вантажу вантажоодержувачам, важливим є також удосконалення роботи прикордонних перевантажувальних станцій (ППВС). На таких станціях є значні простої вагонів в очікуванні перевантажувальної операції з вагонів колії 1435 мм у вагони колії 1520 мм, переважно платформ з великотоннажними контейнерами. Тому актуальним є формування логістичної технології з метою зменшення непродуктивних простоїв платформ та раціонального використання вагонного парку.

Таким чином, постає науково-практичне завдання формування автоматизованої технології управління вагонопотоками в умовах прикордонних передавальних станцій. Механізмом реалізації цієї технології є впровадження сучасних інформаційно-керуючих систем з використанням інтелектуальних підходів.

Спираючись на вищенаведене, тема дисертаційної роботи є актуальною і спрямована на вирішення важливих питань з удосконалення роботи прикордонних передавальних станцій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010 – 2019 рр., Комплексної Програми затвердження України як транзитної держави у 2002 – 2010 рр. затвердженої Законом України від 7 лютого 2002 р. № 3022-III, Транспортної стратегії України на період до 2020 р., а також науково-дослідних робіт: "Розробка та формування автоматизованих логістичних технологій залізничного транспорту" (держ. реєстр. №0108U000077), "Розробка Єдиного технологічного процесу роботи під'їзної колії Закритого акціонерного товариства "Донецьксталь" – металургійний завод" та станції примикання Донецьк ДП "Донецька залізниця" (держ. реєстр. №0108U003761) та "Разработка предложений по повышению эффективности использования грузовых вагонов различной формы собственности в новых условиях" (держ. реєстр. №0110U004890).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення роботи прикордонних передавальних станцій на основі формування автоматизованої інтелектуальної технології управління вагонопотоками.

Для реалізації зазначеної мети визначені такі задачі дослідження:

– аналіз роботи прикордонних передавальних станцій в Україні та за кордоном;

– дослідження експлуатаційних показників роботи прикордонних передавальних станцій;

– формалізація технології функціонування прикордонної передавальної станції при виконанні додаткової маневрової роботи із затриманими вагонами;

– формалізація логістичної технології в умовах прикордонної перевантажувальної станції при управлінні вагонопотоками, що надходять із суміжної держави залізничним і автомобільним транспортом;

– формування підходів до створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу на прикордонних передавальних станціях;

– формування удосконаленої структури та додаткового комплексу задач інформаційно-керуючої системи прикордонних передавальних станцій;

– економічне обґрунтування ефективності впровадження запропонованої технології.

Об'єкт дослідження – процес управління вагонопотоками на прикордонних передавальних станціях.

Предмет дослідження – робота прикордонних передавальних станцій.

Методи дослідження. У роботі використано методи математичної статистики й аналізу статистичних даних, теорії ймовірності для дослідження показників функціонування прикордонних передавальних станцій; методи системного аналізу при формалізації процесу виконання додаткової маневрової роботи на прикордонних передавальних станціях; теорії мереж Петрі для моделювання функціонування прикордонної передавальної станції при виконанні додаткової маневрової роботи; методи стохастичного цілочисельного програмування при формалізації логістичної технології типу "прикордонний сухий порт"; теорії фреймів при формуванні інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень; методи дослідження інформаційних потоків при формуванні комплексу задач та структури інформаційно-керуючої системи.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційній роботі надано теоретичне обгрунтування підвищення ефективності роботи прикордонних передавальних станцій на основі автоматизованої технології управління вагонопотоками.

Вперше:

- формалізовано технологію функціонування прикордонної передавальної станції при виконанні додаткових маневрових операцій у вигляді динамічної оптимізаційної моделі, що, на відміну від існуючих, забезпечує мінімальні витрати вагоно-, локомотиво- та бригадо-годин. Сформована модель може бути основою для побудови системи підтримки прийняття рішень маневрового диспетчера;

- формалізовано логістичну технологію типу “прикордонний сухий порт” в умовах прикордонної перевантажувальної станції у вигляді оптимізаційної моделі стохастичного цілочисельного програмування, що враховує випадковий процес надходження платформ з великотоннажними контейнерами різних типів та дозволяє визначити раціональну величину транспортної партії. Сформовану модель у комплексі з фрейм-сценаріями технології управління вагонопотоками з контейнерами запропоновано як основу для побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень маневрового диспетчера та логіста.

Удосконалено:

- структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи прикордонних передавальних станцій за рахунок інтегрування розроблених моделей до автоматизованих робочих місць оперативного персоналу.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена модель управління додатковою маневровою роботою на прикордонних передавальних станціях дозволяє сформувати оптимальний план роботи на змінно-добовий період в автоматизованому режимі, який надає можливість отримати мінімальні витрати за рахунок раціонального використання вагонів, локомотивів, бригад технічного та комерційного оглядів.

Запропонована логістична технологія типу “прикордонний сухий порт” в умовах прикордонної перевантажувальної станції дозволяє забезпечити ефективне використання рухомого складу, зменшити його непродуктивні простої, а також забезпечити подальший прискорений пропуск платформ з партією великотоннажних контейнерів з мінімальними зупинками на шляху прямування, скорочуючи терміни доставки вантажів у контейнерах та приваблюючи нових вантажовідправників.

Комплекс розроблених моделей рекомендовано інтегрувати до автоматизованих робочих місць маневрового диспетчера та логіста.

Основні результати та розроблені наукові підходи до удосконалення роботи прикордонних передавальних станцій використано та впроваджено на Південній залізниці, а також у навчальний процес Навчально-наукового інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів Української державної академії залізничного транспорту (УкрДАЗТ). Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами та патентом України.

Особистий внесок здобувача. Усі результати дисертаційної роботи отримано особисто автором або при його безпосередній участі. У наукових працях, що опубліковані зі співавторами, особистий внесок автора полягає в: [1] проаналізовано технологію роботи прикордонних станцій та визначено шляхи до її вдосконалення; [2] розроблено вдосконалену структуру організації інформаційного обміну між автоматизованими системами різних рівнів та автоматизованими робочими місцями працівників прикордонної станції з використанням бази знань; [6] досліджено доцільність застосування логістичної технології типу “прикордонний сухий порт” в умовах прикордонної перевантажувальної станції; [7] при розробленні способу обслуговування локомотивами диспетчерської дільниці запропоновано як обмеження обирати час роботи локомотивних бригад; [8] визначено основні компоненти технологічного процесу обробки вагонів і запропоновано напрямки його автоматизації на основі формування інтелектуальних інформаційних систем; [9] розглянуто підходи щодо формування інтелектуальних робочих місць

оперативного персоналу прикордонних передавальних станцій; [10] розроблено автоматизовану технологію роботи прикордонних передавальних станцій; [11] сформовано систему підтримки прийняття рішень оперативних керівників з елементами штучного інтелекту; [12] розглянуто особливості виконання додаткових маневрових операцій на прикордонних передавальних станціях; [13] сформовано логістичну технологію в умовах прикордонної перевантажувальної станції у вигляді оптимізаційної моделі; [14] розроблено модель роботи логістичного центру типу "прикордонний сухий порт" на прикордонній перевантажувальній станції; [15] сформовано удосконалену структуру інформаційно-керуючої системи прикордонної передавальної станції на основі інтелектуальних технологій.

Дослідження, що висвітлені в усіх наукових працях, проводились в УкрДАЗТ.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались, обговорювались та схвалені на науково-технічних конференціях:

- II-й міжнародній науково-практичній конференції "Современные информационные технологии на транспорте, промышленности и в образовании", Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2008 р. (м. Дніпропетровськ);
- 4, 5, 6 та 7-й міжнародних науково-практичних конференціях "Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України", Українська державна академія залізничного транспорту, 2008 – 2011 рр. (смт Коктебель);
- міжнародній науково-технічній конференції "Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ-2008", Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", 2008 р. (м. Харків);
- 22-й міжнародній науково-практичній конференції "Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железнодорожного транспорта Украины", Українська державна академія залізничного транспорту, 2009 р. (м. Алушта);
- 70-й міжнародній науково-практичній конференції "Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта", Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2010 р. (м. Дніпропетровськ).

Повністю результати дисертаційної роботи заслухано та схвалено на розширеному засіданні кафедри "Управління експлуатаційною роботою" Української державної академії залізничного транспорту.

Публікації. Відповідно до теми дисертації опубліковано шість наукових робіт (три з них без співавторів) у виданнях, що затверджені МОНмолодьспорту України, 1 патент на корисну модель та 8 праць апробаційного характеру.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 11 додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи складає 173 сторінки, з яких обсяг основного тексту 125 сторінок; роботу ілюстровано 27 рисунками, наведено 3 таблиці. Список використаних джерел складає 130 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та задачі дослідження, відображено зв'язок з науковими програмами, планами, темами, наукову новизну та практичну цінність дисертаційної роботи, надано загальну характеристику роботи.

У першому розділі, виходячи з мети дисертаційної роботи, проведено аналіз роботи прикордонних передавальних станцій в Україні та за кордоном, наукових розробок та практичного досвіду щодо удосконалення функціонування ППС.

Аналіз роботи прикордонних передавальних станцій довів, що існують значні простої вагонів на таких станціях. Обумовлено це переважно: виявленням та усуненням причин неприймання вагонів суміжною стороною; затриманням вагонів різними контролюючими службами; наднормативною тривалістю прикордонно-митних операцій; відсутністю чіткої взаємодії між залізничними, прикордонними, митними та іншими контролюючими органами; невідповідністю сучасним вимогам комплексу задач, які встановлено на автоматизованих робочих місцях (АРМ) оперативного персоналу, що не дає змогу приймати раціональні оперативні рішення у складних непередбачуваних ситуаціях.

На прикордонних перевантажувальних станціях значний час займають перевантажувальні, прийомоздавальні операції, прикордонно-митний огляд та простої навантажених вагонів колії 1435 мм в очікуванні підведення та подачі порожніх вагонів колії 1520 мм для виконання перевантажувальних операцій. Так, час обробки вагонів на прикордонній перевантажувальній станції в 1,5 разу більший, ніж на вантажній. Тому важливе значення має правильна та раціональна організація роботи, що забезпечить мінімальний час перебування вагонів на станції.

Розв’язанню проблеми підвищення ефективності роботи прикордонних передавальних станцій, застосування інформаційних і логістичних технологій в експлуатаційній роботі приділена значна увага в працях багатьох відомих вчених: Авєтікяна М.А., Альошинського Є.С., Бобровського В.І., Бутько Т.В., Вєтухова Є.А., Гершвальда А.С., Губенка В.К., Данька М.І., Дьоміна Ю.В., Жуковицького І.В., Загарія Г.І., Іловайського М.Д., Кірпи Г.М., Котенка А.М., Ломотька Д.В., Міроненка К.П., Нагорного Є.В., Негрея В.Я., Нестеренко Г.І., Нечаєва Г.І., Панкратова В.І., Полякова А.О., Смєхова А.О., Сотнікова Є.А., Стасюка О.І., Тітова М.Ф., Тулупова Л.П., Циркунова Г.А., Шиша В.О., Яновського П.О. та інших вітчизняних та закордонних вчених.

На основі аналізу попередніх досліджень щодо удосконалення роботи прикордонних передавальних станцій, встановлено, що в основному вони присвячені технології перетинання вагонопотоків кордону та обробки перевізних документів з урахуванням митних та інших операцій, але не в повній мірі розглянуто питання виконання додаткової маневрової роботи із затриманими вагонами. У роботах недостатньо досліджено питання використання сучасних логістичних технологій на ППС, а також автоматизації управлінських процесів з урахуванням інтелектуальних підходів до покращення роботи прикордонних станцій. Тому необхідність удосконалення функціонування прикордонних

передавальних станцій є сучасним науковим завданням, яке вимагає подальшого вирішення.

Аналіз використання діючих інформаційних систем управління перевізним процесом довів, що при їх багатьох перевагах все ж таки вони мають свої недоліки: орієнтація на ручне введення інформації; відсутність зв'язку з системами станційної централізації (електричної та гіркової автоматичної централізацій), що не дає можливості отримання достовірної інформації про переміщення рухомих об'єктів (поїздів, вагонів, локомотивів); орієнтація тільки на вирішення інформаційних задач з надання довідок і звітів. Але потенційні можливості існуючих інформаційних систем дозволяють використовувати їх як основу для побудови керуючих систем з елементами штучного інтелекту.

Таким чином, постає задача проведення експериментальних досліджень експлуатаційних показників для виявлення основних макрозакономірностей з метою подальшої формалізації роботи ППС з урахуванням їх особливостей.

У другому розділі здійснено дослідження показників, що впливають на функціонування прикордонних передавальних станцій.

Аналіз статистичних досліджень довів, що майже на всіх прикордонних передавальних станціях залізниць України збільшується кількість затриманих вагонів (більше 93 тис. вагонів за 2011 р.) та їх простій – у середньому він склав 1,42 доби. При обробці затриманих вагонів виникає додаткова маневрова робота, пов'язана з відчепленням вагонів від складу поїзда, подачею їх на колії очікування і після усунення причин затримки та здійснення всіх необхідних процедур перестановки у парк відправлення та причеплення до складу поїзда, що прямує за тим самим призначенням. Також виконуються операції з повернення іноземних вагонів до суміжної країни у зв′язку з неможливістю усунення несправностей. Значні витрати на здійснення маневрових операцій існують і при зворотному процесі, коли суміжна країна повертає вагони на ППС. Тому постає задача в удосконаленні процесу виконання додаткової маневрової роботи із затриманими вагонами за рахунок її раціональної організації з мінімальними витратами вагоно-, бригадо- та локомотиво-годин.

Дослідження основних показників роботи прикордонних перевантажувальних станцій довели, що у зв'язку з непогодженим підведенням навантажених вагонів по колії 1435 мм та порожніх по колії 1520 мм завантажені вагони тривалий час простоюють в очікуванні перевантажувальної операції (до 80 годин) через відсутність необхідного порожнього рухомого складу, переважно платформ для великотоннажних контейнерів.

Як довів аналіз, по Укрзалізниці спостерігається тенденція до зростання обсягів перевезення вантажів у великотоннажних контейнерах, зокрема на Львівській залізниці, в межах якої розташовано шість прикордонних перевантажувальних станцій, що працюють з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів.

Враховуючи, що характер нерівномірності надходження платформ з великотоннажними контейнерами впливає на роботу пунктів перевантаження, встановлено, що кількість платформ у поїздах, які надходять на прикордонну перевантажувальну станцію Чоп із суміжної країни, є випадковою величиною.

Враховуючи, що великотоннажні контейнери прибувають на ППВС із-за кордону переважно довжиною 20 та 40 футів, доведено, що потоки платформ з контейнерами двох типів та інших вагонів підпорядковано поліноміальному закону розподілу з імовірністю

$$P(x_1, x_2, x_3) = \frac{n_в!}{x_1! x_2! x_3!} p_1^{x_1} p_2^{x_2} p_3^{x_3}, \quad (1)$$

де x_1, x_2, x_3 – кількість платформ з великотоннажними контейнерами відповідно довжиною 20 і 40 футів та кількість вагонів інших типів у поїзді, що надходить до ППВС із суміжної країни; $n_в$ – загальна кількість вагонів у поїзді, що надходить із суміжної країни, причому $n_в = x_1 + x_2 + x_3$; p_1, p_2, p_3 – ймовірності надходження платформ з контейнерами відповідно довжиною 20 та 40 футів і вагонів інших типів до ППВС із суміжної країни, причому $p_1 + p_2 + p_3 = 1$.

Встановлено, що потоки платформ з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів у поїздах, які надходять до ППВС із суміжної країни, є випадковими величинами, підпорядкованими біноміальному закону розподілу, а інтервали між надходженням поїздів на ППВС із суміжної країни, у складі яких є платформи з великотоннажними контейнерами, t_1 і t_2, також є випадковими величинами із законом розподілу Ерланга 2-го порядку:

$$P(x_1) = \frac{n_в!}{x_1!(n_в - x_1)!} p_1^{x_1} (1 - p_1)^{n_в - x_1}; \quad (2)$$

$$P(x_2) = \frac{n_в!}{x_2!(n_в - x_2)!} p_2^{x_2} (1 - p_2)^{n_в - x_2}; \quad (3)$$

$$f(t_1) = (2\lambda_1)^2 t_1 \cdot e^{-2\lambda_1 t_1}; \quad (4)$$

$$f(t_2) = (2\lambda_2)^2 t_2 \cdot e^{-2\lambda_2 t_2}, \quad (5)$$

де λ_1, λ_2 – інтенсивності надходження поїздів до ППВС із суміжної країни, у складі яких є платформи з великотоннажними контейнерами відповідно довжиною 20 та 40 футів, за одиницю часу.

На основі досліджень потоків платформ з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів, які надходять до ППВС із суміжної країни під вивантаження на площадки, доведено, що вони підпорядковані негативному біноміальному закону розподілу:

$$P(x_1) = \binom{r_1 + x_1 - 1}{x_1} p_1^{r_1} (1 - p_1)^{x_1}; \quad (6)$$

$$P(x_2) = \binom{r_2 + x_2 - 1}{x_2} p_2^{r_2} (1 - p_2)^{x_2}. \quad (7)$$

де r_1, r_2 - кількість платформ з великотоннажними контейнерами відповідно довжиною 20 і 40 футів, що надходять із суміжної країни під вивантаження на площадки.

На основі репрезентативної вибірки по станції Чоп проаналізовано інтервали між надходженням автомобілів з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів до ППВС і встановлено, що вони підпорядковані експоненціальному закону розподілу зі щільністю відповідно:

$$f\left(t_1^a\right) = \mu_1 e^{-\mu_1 t_1^a}; \tag{8}$$

$$f\left(t_2^a\right) = \mu_2 e^{-\mu_2 t_2^a}, \tag{9}$$

де μ_1, μ_2 – інтенсивності надходження автомобілів з великотоннажними контейнерами відповідно довжиною 20 та 40 футів до ППВС за одиницю часу.

З метою оптимізації функціонування та управління технологічними процесами на прикордонних перевантажувальних станціях доцільно сформувати відповідну математичну модель, що відтворює гнучку логістичну технологію.

У третьому розділі для формалізації функціонування прикордонної передавальної станції при здійсненні додаткової маневрової роботи із затриманими вагонами розроблено динамічну оптимізаційну модель. Встановлено, що ефективне виконання додаткової маневрової роботи можливо при раціональному використанні вагонів, маневрових локомотивів, бригад для здійснення технічного та комерційного оглядів.

Цільову функцію математичної моделі функціонування прикордонної передавальної станції при виконанні додаткових маневрових операцій запропоновано у вигляді інтегрального критерію якості управління маневровою роботою за період $(t_0 - t_1)$

$$I = \int_{t_0}^{t_1} F\left(X(t), P(t)\right) dt \to \min, \tag{10}$$

де $X(t) = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ – n- вимірний вектор стану системи; $P(t) = \{p_1, p_2, ..., p_r\}$ – r- вимірний вектор управління системою; t_0 – початок звітного періоду; t_1 – кінець звітного періоду.

Стан системи характеризується такими ознаками: кількістю іноземних вагонів, які не приймає ППС та повертає назад, що перебувають: під виконанням технологічних операцій – $n_п^в$, в очікуванні виконання операцій – $n_п^{оч}$; кількістю вагонів, які затримуються на ППС різними службами, що перебувають: під виконанням технологічних операцій – $n_з^в$, в очікуванні виконання операцій – $n_з^{оч}$; кількістю маневрових локомотивів, що перебувають: у холостому рейсі – $n_л^х$, у переміщенні з вагонами – $n_л^п$, в очікуванні – $n_л^{оч}$; кількістю бригад комерційного огляду вагонів, що перебувають: у процесі огляду – $n_{бр}^{ког}$, в очікуванні – $n_{бр}^{коч}$, у переміщенні – $n_{бр}^{кп}$;

кількістю бригад технічного огляду вагонів, що перебувають: у процесі огляду – $n_{бр}^{тог}$, в очікуванні – $n_{бр}^{точ}$, у переміщенні – $n_{бр}^{тп}$.

Кількісною оцінкою вектора $P(t)$ можна вважати сумарні витрати на виконання додаткової маневрової роботи, що пов'язані з тривалостями перебування рухомих елементів системи у різних станах. До вектора тривалостей можна віднести: тривалість перебування іноземного вагона, який не приймає ППС та повертає назад: під виконанням технологічних операцій – $t_{п}^{в}$, в очікуванні виконання операцій – $t_{п}^{оч}$; тривалість перебування вагонів, що затримуються на ППС: під виконанням технологічних операцій – $t_{з}^{в}$, в очікуванні виконання операцій – $t_{з}^{оч}$; тривалість перебування маневрових локомотивів: у холостому рейсі – $t_{л}^{х}$, у переміщенні з вагонами – $t_{л}^{п}$, в очікуванні – $t_{л}^{оч}$; тривалість перебування бригад комерційного огляду вагонів: у процесі огляду – $t_{бр}^{ког}$, в очікуванні – $t_{бр}^{коч}$, у переміщенні – $t_{бр}^{кп}$; тривалість перебування бригад технічного огляду вагонів: у процесі огляду – $t_{бр}^{тог}$, в очікуванні – $t_{бр}^{точ}$, у переміщенні – $t_{бр}^{тп}$.

З урахуванням вищенаведеного інтегральний критерій якості управління додатковою маневровою роботою в умовах прикордонної передавальної станції можна розглядати як скалярний добуток векторів $X(t)$ та $P(t)$ за період спостереження $(t_0 - t_1)$, тобто

$$I = \int_{t_0}^{t_1} \left(X(t) \cdot P(t)\right) dt = \left(n_{п}^{в}, n_{п}^{оч}, n_{з}^{в}, n_{з}^{оч}, n_{л}^{х}, n_{л}^{п}, n_{л}^{оч}, n_{бр}^{ког}, n_{бр}^{коч}, n_{бр}^{кп}, n_{бр}^{тог}, n_{бр}^{точ}, n_{бр}^{тп}\right) \times$$
$$\times \left(t_{п}^{в} C_{в-г}, t_{п}^{оч} C_{в-г}, t_{з}^{в} C_{в-г}, t_{з}^{оч} C_{в-г}, t_{л}^{х} C_{л-г}, t_{л}^{п} C_{л-г}, t_{л}^{оч} C_{л-г}^{пр}, t_{бр}^{ког} C_{бр-г}^{к}, \right. \quad (11)$$
$$\left. t_{бр}^{коч} C_{бр-г}^{к}, t_{бр}^{кп} C_{бр-г}^{к}, t_{бр}^{тог} C_{бр-г}^{т}, t_{бр}^{точ} C_{бр-г}^{т}, t_{бр}^{тп} C_{бр-г}^{т}\right) dt \to \min,$$

де $C_{в-г}$ – вартість однієї вагоно-години простою, грн; $C_{л-г}$ – вартість однієї маневрової локомотиво-години у русі, грн; $C_{л-г}^{пр}$ – вартість однієї маневрової локомотиво-години простою, грн; $C_{бр-г}^{к}$ – вартість однієї години роботи бригади комерційного огляду, грн; $C_{бр-г}^{т}$ – вартість однієї години роботи бригади технічного огляду, грн.

Систему обмежень математичної моделі доцільно сформувати в такому вигляді:

$$\begin{cases} t_{п} \le 24 \text{ год}; \\ V \le V_{х}; \\ t_{бр}^{тог} \le t_{н}^{т}; \\ t_{бр}^{ког} \le t_{н}^{к}, \end{cases} \quad (12)$$

де $t_{п}$ – час перебування іноземних вагонів на прикордонній передавальній станції, що потребують повернення за кордон, год; V – швидкість переміщення по коліях

станції, км/год; V_x – ходова швидкість відповідно до норм ПТЕ, км/год; $t_н^m$, $t_н^к$, – технологічний час на виконання технічного та комерційного оглядів відповідно, год.

Сформована модель дозволить визначити, кількісно оцінити та усунути "вузькі місця" в системі. У зв'язку з цим, використання розробленої моделі надасть маневровому диспетчеру можливість раціонально організовувати додаткову маневрову роботу на ППС з мінімальними витратами вагоно-, локомотиво- та бригадо-годин.

Для реалізації сформованої моделі проведено імітаційне моделювання процесу виконання додаткової маневрової роботи на прикордонній передавальній станції з використанням математичного апарату мереж Петрі, що дозволяє покращити контроль за використанням вагонів, локомотивів і бригад технічного і комерційного оглядів за рахунок можливості фіксування стану системи в будь-який момент часу, не змінюючи структури самих моделей, змінювати її елементи (рисунок 1).

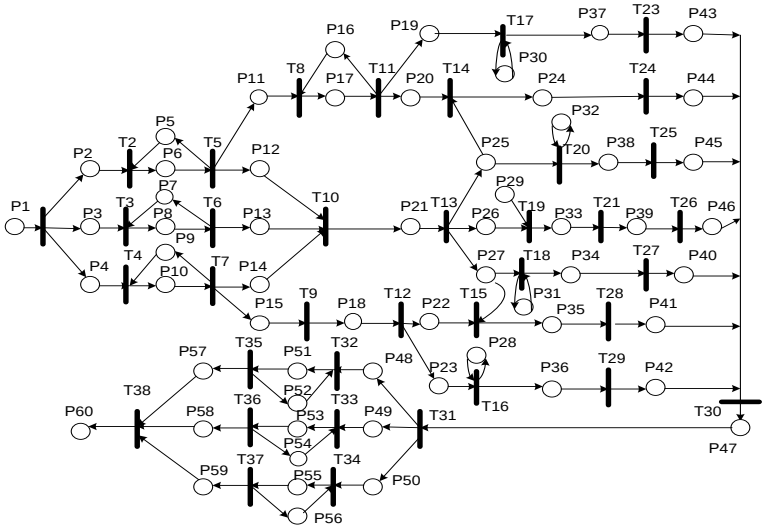


Рисунок 1 – Моделювання роботи прикордонної передавальної станції у мережі Петрі

Розроблена на підставі мереж Петрі модель дає можливість враховувати фактори різної ймовірності, що дозволяє вести моделювання роботи не за середніми або технологічними, а за оперативно розрахованими показниками для конкретних об'єктів керування. Це дає можливість вести дослідження динаміки роботи системи при роботі різної кількості локомотивів, бригад технічного та комерційного оглядів при обслуговуванні затриманих вагонів, що допоможе найбільш повно і точно враховувати час на обробку вагонів для ліквідації "вузьких місць" у зазначеному процесі для підвищення ефективності й якості управління додатковою маневровою роботою на прикордонних передавальних станціях.

Отже, сукупні витрати прикордонної передавальної станції при виконанні додаткових маневрових операцій за добу залежать в неявному вигляді від кількості затриманих вагонів у подачі $n_{зв}$, що впливає на обсяги маневрової роботи. Отримана залежність (рисунок 2) дозволяє визначити оптимальну кількість затриманих вагонів на прикордонній передавальній станції у подачі до парку відправлення для повернення до суміжної країни або для відправлення до станції УЗ, що забезпечує

мінімальне значення інтегрального критерію якості управління додатковою маневровою роботою.

Отримана залежність $I = f(n_{зв})$ дозволяє в кожних конкретних умовах роботи прикордонної передавальної станції при виконанні додаткових маневрових операцій обрати та оцінити шляхи зниження сукупних експлуатаційних витрат.

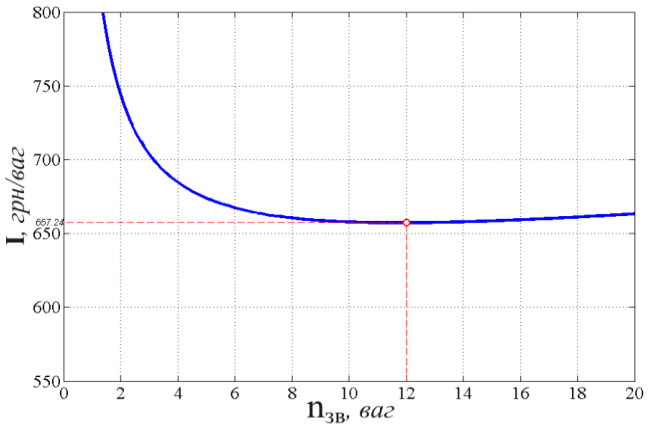


Рисунок 2 – Залежність інтегрального критерію якості управління додатковою маневровою роботою в умовах прикордонної передавальної станції від кількості затриманих вагонів у подачі при переставленні до парку відправлення

Також запропоновано удосконалення функціонування прикордонної перевантажувальної станції на основі логістичного управління. Проведені дослідження довели, що на базі контейнерних терміналів великих прикордонних перевантажувальних станцій доцільно створити логістичний центр типу "прикордонний сухий порт" (ЛЦПСП), який буде мати необхідні пристрої для виконання вантажних операцій та тимчасового зберігання вантажів. ЛЦПСП буде виступати в ролі регулятора вантажопотоків, що надходять та відправляються з ППВС, у взаємодії з маневровим диспетчером, на якого покладено функції координатора дій, пов'язаних з підбиранням, подачею та прибиранням рухомого складу для виконання відповідних вантажних операцій у "прикордонному сухому порту".

Технологія функціонування ЛЦПСП передбачає, що великотоннажні контейнери на платформах колії 1435 мм із прикордонної станції суміжної держави надходять у логістичний центр для вивантаження на площадки з подальшим накопиченням на партію для відправлення. Також великотоннажні контейнери від вітчизняних вантажовідправників надходять на станцію автомобільним транспортом, вивантажуються на площадках "прикордонного сухого порту", а після накопичення партії контейнерів відправляються за певним призначенням. Тимчасове накопичення контейнерів у ЛЦПСП дозволить подолати часові, кількісні та якісні невідповідності між наявністю порожніх фітингових платформ та потребою в них.

Для формалізації логістичної технології типу "прикордонний сухий порт" в умовах прикордонної перевантажувальної станції сформовано цільову функцію як суму приведених витрат на виконання операцій з формування транспортної партії контейнерів R, що може складатися з великотоннажних контейнерів довжиною 20 та 40 футів,

$$C(R)=R\left\{\frac{2C_{л-г}t_n l_{пл}}{l_ф}\left(\frac{\alpha}{2}+(1-\alpha)\right)+C_{зб}\times\right.$$

$$\times 1\Big/\left[n_в\left(2\frac{n_в!}{x_1!(n_в-x_1)!}p_1^{x_1}(1-p_1)^{n_в-x_1}\binom{r_1+x_1-1}{x_1}p_1^{r_1}(1-p_1)^{x_1}\Big/\ (2\lambda_1)^2\int_0^{24}t_1^2\cdot e^{-2\lambda_1 t_1}dt+\right.\right.$$

$$+\frac{n_в!}{x_2!(n_в-x_2)!}p_2^{x_2}(1-p_2)^{n_в-x_2}\binom{r_2+x_2-1}{x_2}p_2^{r_2}(1-p_2)^{x_2}\Big/\ (2\lambda_2)^2\int_0^{24}t_2^2\cdot e^{-2\lambda_2 t_2}dt\Big)+2n_a\Big/\mu_1\int_0^{24}t_1^a e^{-\mu_1 t_1^a}dt\ +$$

$$\left.\left.+n_a'\Big/\mu_2\int_0^{24}t_2^a e^{-\mu_2 t_2^a}dt\right)\right]+2C_{в-г}\left(\frac{\alpha}{2}+(1-\alpha)\right)\left(\frac{P_n}{ZQ_e}+t_{пз}^n\right)+C_{а-г}\left(\frac{\alpha_a}{2}+(1-\alpha_a)\right)\left(\frac{P_a}{ZQ_e}+t_{пз}^a\right)\Bigg\}+$$

$$+\ \frac{1}{R}\left(C_{ог}+C_{оф}+C_{пер}\ \right)\to\min \qquad (13)$$

при виконанні системи обмежень з урахуванням принципу доставки “точно в строк”

$$\begin{cases} T_{пв}+T_{нак}+T_в+T_{пер}\le T_д & -\text{умова виконання обмеження “точно в строк”;}\\ R\left(\frac{\alpha}{2}+(1-\alpha)\right)l_{пл}\le l_ф & -\text{умова виконання обмеження по довжині вантажного фронту;}\\ \lambda\le Q_ф & -\text{відповідність інтенсивності надходження контейнерів переробній спроможності вантажного фронту;}\\ V\le V_x & -\text{переміщення платформ по станції з допустимою швидкістю,} \end{cases} \qquad (14)$$

де $C_{л-г}$ – вартість локомотиво-години маневрової роботи, грн; t_n – час на подавання та прибирання однієї подачі платформ, год; $l_{пл}$ – довжина платформи, м; $l_ф$ – довжина вантажно-розвантажувального фронту, м; α – частка контейнерів довжиною 20 футів від загальної кількості контейнерів у транспортній партії; $C_{зб}$ – вартість збереження одного великотоннажного контейнера при накопиченні на транспортну партію, грн; n_a, n_a' – середня кількість автомобілів з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів відповідно, що надходять до прикордонної перевантажувальної станції; $C_{в-г}$, $C_{а-г}$ – вартість однієї години простою вагона та автотранспорту відповідно, грн; P_n, P_a – середнє завантаження платформи та автомобіля у контейнерах відповідно; Z – кількість одиниць вантажно-розвантажувальної техніки; Q_m – продуктивність однієї одиниці техніки, т/год; $t_{пз}^n$, $t_{пз}^a$ – час на підготовчо-завершальні операції відповідно з платформою та автомобілем, год; A – кількість автомобілів; α_a – частка контейнерів довжиною 20 футів від загальної кількості контейнерів, що надходять до ЛЦПСП автомобільним транспортом; $C_{ог}$ – вартість огляду транспортної партії контейнерів працівниками пунктів технічного, комерційного оглядів та інспекторами митниці, грн; $C_{оф}$ – вартість оформлення документів на партію великотоннажних контейнерів, грн; $C_{пер}$ – вартість переміщення групи платформ з транспортною партією контейнерів до

станції призначення, грн; $T_{пв}$ – час на виконання операцій з прибуття та відправлення, год; $T_{нак}$ – час на накопичення партії контейнерів у ЛЦПСП, год; $T_в$ – час на виконання вантажних операцій з партією контейнерів, год; $T_{пер}$ – час на перевезення партії контейнерів до станції призначення, год; $T_д$ – термін доставки вантажів у контейнерах, год; $Q_ф$ – переробна спроможність вантажного фронту ЛЦПСП, контейнерів за годину; V – швидкість переміщення по коліях станції, км/год; V_x – ходова швидкість відповідно до норм ПТЕ, км/год.

Реалізація моделі, що відтворює логістичну технологію типу ПСП в умовах ППВС, довела, що можливо отримати оптимальне рішення. З урахуванням системи обмежень для станції Чоп оптимальне значення партії контейнерів, що відправляється з ЛЦПСП, складає $R = 10$ контейнерів при мінімальних витратах $C(R) =$ 432,99 грн/контейнер (рисунок 3).

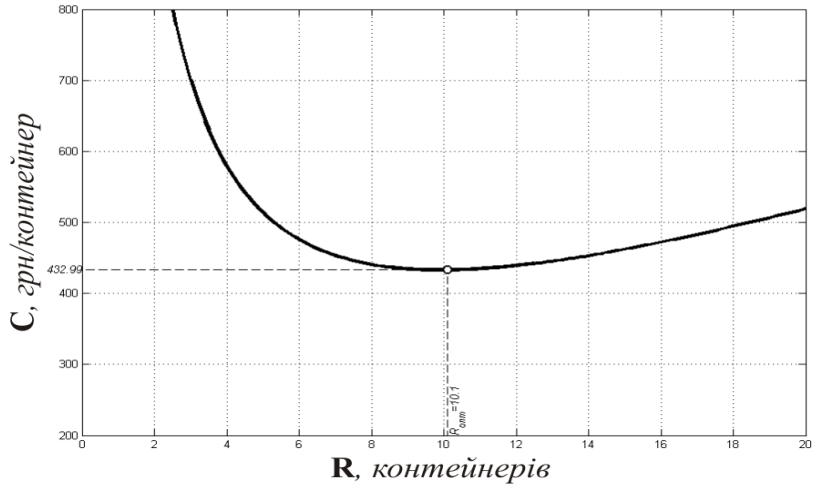


Рисунок 3 – Залежність сукупних витрат від партії великотоннажних контейнерів, що формується у ЛЦПСП прикордонної перевантажувальної станції

Адекватність розробленої моделі і точність отриманих результатів обгрунтовано таким: урахуванням послідовності всіх технологічних операцій щодо переробки великотоннажних контейнерів; наявністю реальних технічних і технологічних обмежень у моделі, що притаманні функціонуванню ЛЦПСП на ППВС; врахуванням невизначеності технологічних параметрів за рахунок введення до цільової функції відповідних щільностей розподілу ймовірнісних величин, що підтверджується критеріями узгодження χ^2 –Пірсона та Колмогорова – Смірнова.

Сформовані моделі можуть бути основою для побудови системи підтримки прийняття рішень маневрового диспетчера та логіста ЛЦПСП в умовах ППВС.

У четвертому розділі запропоновано підходи до вдосконалення інформаційно-керуючої системи (ІКС) ППС з використанням інтелектуальних технологій, що дозволили реалізувати логістичні підходи до удосконалення функціонування ППС, а також визначено економічну ефективність від впровадження автоматизованої технології управління вагонопотоками.

Сформовано підходи до створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу на прикордонних передавальних станціях, що забезпечує високий рівень інтелектуалізації діяльності під час прийняття рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються великою складністю, невизначеністю та слабкою структурованістю. Система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи ППС. Базу знань у системі запропоновано надати у вигляді фрейм-сценаріїв, що являють собою моделі стереотипних ситуацій. На основі теорії фреймів дані про поїзний стан подаються у вигляді достатньо великої сукупності відповідним чином структурованих даних. Всебічне відображення кожної ситуації здійснюється за допомогою не одного, а системи фреймів.

Спосіб формалізації фрейм-сценарію запропоновано на графовій структурі. Вершина верхнього рівня ототожнюється із заголовком сценарію. Дочірні вершини “ТА” являють собою схему дій маневрового диспетчера (ДСЦ) прикордонної станції при поверненні вагонів з технічними несправностями за кордон, а також дії ДСЦ і логіста ЛЦПСП в умовах прикордонної перевантажувальної станції при формуванні партії великотоннажних контейнерів. Дочірні вершини “АБО” являють собою більш конкретні схеми дій маневрового диспетчера, а вершини “ТА” ще більше конкретизують дії ДСЦ, надані вершинами “АБО”.

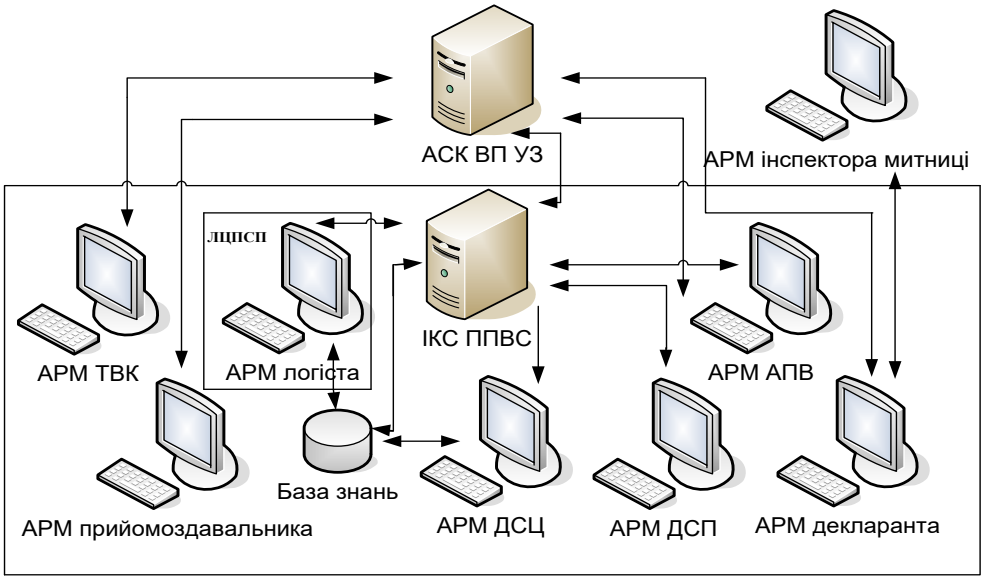
Механізм вибору з пам'яті фрейму і пристосування його до реальної ситуації полягає у виборі такого фрейму, для якого вся інформація, що надійшла, задовольняє маркери його терміналів.

При формуванні удосконаленої структури ІКС ППС враховано зв'язки між АРМ працівників станції й автоматизованими системами різних рівнів та обмін інформацією між ними. Запропоновано впровадити лінію інформаційного обміну між АРМ декларанта й АСК ВП УЗ, що дозволить декларантам отримувати інформацію щодо транзитних та імпортних вагонопотоків для попереднього оформлення митних декларацій. Удосконалену структуру ІКС прикордонної перевантажувальної станції при роботі ЛЦПСП наведено на рисунку 4.

З метою вдосконалення інформаційної взаємодії з митницею запропоновано ввести лінію передачі всієї необхідної для митниці інформації через автоматизовану систему в електронному вигляді (в межах погодженого протоколу обміну даними). Та ж сама кількість працівників зможе приймати за добу більшу кількість поїздів, а час обробки скоротиться в середньому на 2 години.

При формуванні удосконаленої структури та комплексу задач ІКС враховано розроблені моделі у комплексі з фрейм-сценаріями технології управління вагонопотоками, з яких складається база знань інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу.

Виконано розрахунок економічної ефективності впровадження автоматизованої технології управління вагонопотоками в умовах станції Чоп Львівської залізниці. Приріст економічного ефекту за весь розрахунковий період з урахуванням приведення до першого року складає 1507971 грн при скороченні простою вагона на 14 %.



АСК ВП УЗ – автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці; ТВК – товарна контора, АПВ – агент з передачі вагонів; ДСП – черговий по станції

Рисунок 4 – Структура ІКС ППВС за участю ЛЦПСП

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання з удосконалення функціонування прикордонних передавальних станцій на основі автоматизації управління вагонопотоками за рахунок формування комплексу моделей для підвищення ефективності їх роботи.

1 На підставі проведеного аналізу визначено, що є наявність обмежень у роботі прикордонних передавальних станцій внаслідок виявлення та усунення причин неприймання вагонів вітчизняними залізницями та суміжною державою, відсутності інформаційних зв′язків з митницею, невідповідності сучасним вимогам ІКС ППС, які впливають на збільшення непродуктивних простоїв вагонів. Характерною особливістю в роботі прикордонних перевантажувальних станцій є виконання перевантажувальних операцій із вагонів колії 1435 мм у вагони колії 1520 мм та довготривалого їх очікування через відсутність необхідного порожнього рухомого складу. У цих умовах для ефективної організації та управління роботою прикордонних передавальних станцій буде доцільним впровадження автоматизованої технології управління вагонопотоками.

2 Аналіз статистичних досліджень довів, що майже на всіх ППС залізниць України збільшується кількість затриманих вагонів (до 94 тис. вагонів за рік) та їх простій, що призводить до значного обсягу додаткової маневрової роботи та витрат на її виконання. Дослідження процесів обробки вагонопотоків на ППВС показали, що тривалість очікування перевантажувальних операцій, переважно платформ з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів, у середньому складає 37 годин, що негативно впливає на ефективність роботи станції. Встановлено, що зазначені вагонопотоки підпорядковані біноміальному закону розподілу, кількість платформ з контейнерами, які надходять під вивантаження, – негативному біноміальному закону розподілу, а інтервали між поїздами, що надходять із суміжної

країни, – закону Ерланга 2-го порядку. Інтервали між надходженням великотоннажних контейнерів автомобільним транспортом також мають імовірнісну природу і їх можна відобразити експоненціальним законом розподілу.

3 Формалізовано функціонування прикордонної передавальної станції при виконанні додаткової маневрової роботи у вигляді динамічної оптимізаційної моделі, цільова функція якої подана у вигляді інтегрального критерію якості управління додатковими маневровими операціями як скалярний добуток експлуатаційних показників ППС за визначений період часу. Система обмежень враховує технологічні та нормативні умови. Сформована модель може бути основою для побудови системи підтримки прийняття рішень маневрового диспетчера.

4 Формалізовано логістичну технологію типу “прикордонний сухий порт” в умовах прикордонної перевантажувальної станції у вигляді моделі стохастичного цілочисельного програмування, що враховує випадковий процес надходження платформ з великотоннажними контейнерами довжиною 20 та 40 футів із суміжної країни й автомобільним транспортом і дозволяє визначити величину оптимальної транспортної партії великотоннажних контейнерів для відправлення до станції призначення. Реалізація моделі показала, що для усереднених вихідних даних можливо отримати оптимальне значення величини партії контейнерів. Сформовану модель доцільно інтегрувати як додаткову задачу до автоматизованих робочих місць маневрового диспетчера та логіста.

5 Сформовано підходи до створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу на прикордонних передавальних станціях. Система моделює інтелектуальну діяльність на основі компоненти, що акумулює знання професіоналів, тобто бази знань, яка являє собою сукупність знань з технології роботи ППС. Базу знань у системі запропоновано надати у вигляді фрейм-сценаріїв, що являють собою моделі стереотипних ситуацій.

6 Удосконалено структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи прикордонних передавальної та перевантажувальної станцій за участю логістичного центру “прикордонний сухий порт”, що реалізує автоматизовану технологію управління вагонопотоками, за рахунок інтегрування інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень до автоматизованих робочих місць оперативного персоналу.

7 Виконано економічне обґрунтування впровадження автоматизованої технології управління вагонопотоками в умовах станції Чоп Львівської залізниці. Приріст економічного ефекту за весь розрахунковий період з урахуванням приведення до першого року складає 1507971 грн при скороченні простою вагона на 14 %.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні праці:

1 Бутько Т.В. Підходи до вдосконалення технології роботи прикордонних станцій на основі розробки системи підтримки прийняття рішень / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного

транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: ДІІТ, 2008. – Вип. 24. – С. 153 – 157.

2 Бутько Т.В. Інтелектуальні аспекти формування СППР оперативного персоналу прикордонних станцій / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 2. – С. 8 – 12.

3 Бауліна Г.С. Формування логістичної технології "прикордонний сухий порт" в умовах прикордонної перевантажувальної станції / Г.С. Бауліна // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2010. – Вып. 3/6 (45). – С. 60 – 63.

4 Бауліна Г.С. Формалізація технології функціонування прикордонної передавальної станції при виконанні додаткової маневрової роботи / Г.С. Бауліна // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 119. – С. 72 – 78.

5 Бауліна Г.С. Удосконалення інформаційно-керуючої системи прикордонної передавальної станції на основі застосування інтелектуальних технологій / Г.С. Бауліна // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 25. – С. 39 – 45.

6 Бауліна Г.С. Дослідження доцільності використання логістичної технології "прикордонний сухий порт" в умовах прикордонної перевантажувальної станції / Г.С. Бауліна, Г.Є. Богомазова // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 142 – 147.

7 Пат. 66788 Україна, МПК B61L 25/00, B61L 27/00, G06F 7/00, G06N 7/00. Автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера / Лаврухін О.В., Бутько Т.В., Бауліна Г.С., Головко Т.В.; заявник і патентовласник Лаврухін О.В. – № u201113755; заявл. 22.11.2011; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.

Праці апробаційного характеру:

8 Бутько Т.В. Вдосконалення технології роботи прикордонних станцій на основі формування інтелектуальних систем / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Современные информационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании: II междунар. научн.-практ. конф., 15 – 16 апрел. 2008 г.: тезисы докл. – Днепропетровск: ДИИТ, 2008. – С. 51 – 52.

9 Бутько Т.В. Наукові підходи щодо формування інтелектуальних робочих місць оперативного персоналу прикордонних залізничних станцій / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ-2008: міжнар. наук.-техн. конф., 25 – 28 листоп. 2008 р.: тези доп. – Харків: ХАІ, 2008. – С. 4 – 6.

10 Бутько Т.В. Розробка автоматизованої технології роботи прикордонних станцій / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Вісник економіки транспорту і промисловості: тези доп. 4-ї міжнар. наук.-практ. конф. ["Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України"], (Коктебель, 2 – 7 черв. 2008 р.). – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 22. – С. 50.

11 Бутько Т.В. Удосконалення технології роботи прикордонних станцій на основі СППР з елементами штучного інтелекту / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Вісник економіки транспорту і промисловості: тези доп. 5-ї міжнар. наук.-практ. конф. ["Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи

України"], (Коктебель, 1 – 6 черв. 2009 р.). – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 27. – С. 46.

12 Бутько Т.В. Особливості додаткових маневрових операцій на прикордонних передавальних станціях / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: матеріали доп. 22-ї міжнар. наук.-практ. конф. ["Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железнодорожного транспорта Украины"], (Алушта, верес. 2009 р.). – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 4 (додаток). – С. 4 – 5.

13 Бутько Т.В. Формування логістичної технології в умовах прикордонної перевантажувальної станції / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: 70-я междунар. научн.-практ. конф., 15 – 16 апрел. 2010 г.: тезисы докл. – Днепропетровск: ДИИТ, 2010. – С. 120 – 121.

14 Бутько Т.В. Логістичний підхід до удосконалення технології роботи прикордонної перевантажувальної станції / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Вісник економіки транспорту і промисловості: тези доп. за матеріалами 6-ї наук.-практ. міжнар. конф. ["Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України"], (Коктебель, 7 – 12 черв. 2010 р.). – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 30. – С. 176.

15 Бутько Т.В. Формування удосконаленої інформаційно-керуючої системи прикордонної передавальної станції на основі використання інтелектуальних технологій / Т.В. Бутько, Г.С. Бауліна // Вісник економіки транспорту і промисловості (збірник науково-практичних статей): тези доп. за матеріалами 7-ї міжнар. наук.-практ. конф. [“Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України”], (Коктебель, 30 трав. – 4 черв. 2011 р.). – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 34. – С.73 – 74.

АНОТАЦІЯ

Бауліна Г.С. Удосконалення роботи прикордонних передавальних станцій на основі автоматизованої технології управління вагонопотоками. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи. – Українська державна академія залізничного транспорту МОНмолодьспорту України, Харків, 2012.

Дисертація присвячена питанням удосконалення роботи прикордонних передавальних станцій на основі автоматизованої технології управління вагонопотоками.

У роботі проведено аналіз функціонування прикордонних передавальних станцій в Україні та за кордоном, наукових розробок та практичного досвіду щодо удосконалення роботи станцій, здійснено дослідження технологічних показників, що найбільш істотно впливають на функціонування прикордонних станцій.

Формалізовано роботу прикордонних передавальних станцій при виконанні додаткової маневрової роботи із затриманими вагонами у вигляді динамічної оптимізаційної моделі, а також логістичну технологію типу “прикордонний сухий

порт” в умовах прикордонної перевантажувальної станції у вигляді моделі стохастичного цілочисельного програмування.

Для підвищення ефективності управління вагонопотоками в умовах прикордонних передавальних станцій сформовано підходи до створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу й удосконалено структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи прикордонних станцій, а також здійснено оцінку економічної ефективності впровадження автоматизованої технології управління вагонопотоками.

Ключові слова: прикордонна передавальна станція, додаткова маневрова робота, логістична технологія, великотоннажні контейнери, інтелектуальна система.

АННОТАЦИЯ

Баулина А.С. Усовершенствование работы пограничных передаточных станций на основе автоматизированной технологии управления вагонопотоками. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 – транспортные системы. – Украинская государственная академия железнодорожного транспорта МОНмолодьспорта Украины, Харьков, 2012.

Диссертация посвящена вопросам усовершенствования работы пограничных передаточных станций на основе автоматизированной технологии управления вагонопотоками.

В работе проведен анализ функционирования пограничных передаточных станций в Украине и за границей, научных разработок и практического опыта по усовершенствованию работы станций, осуществлены исследования технологических показателей, которые наиболее существенным образом влияют на функционирование пограничных станций.

Формализована работа пограничных передаточных станций при выполнении дополнительной маневровой работы в виде динамичной оптимизационной модели, целевая функция которой представлена в виде интегрального критерия качества управления дополнительными маневровыми операциями как скалярное произведение эксплуатационных показателей за определенный период времени. Система ограничений учитывает технологические и нормативные условия. Сформированная модель может быть основой для построения системы поддержки принятия решений маневрового диспетчера.

Формализована логистическая технология типа «пограничный сухой порт» в условиях пограничной перегрузочной станции в виде модели стохастического целочисленного программирования, которая учитывает случайный процесс поступления платформ с крупнотоннажными контейнерами разных типов из смежной страны и автомобильным транспортом. Модель позволяет определить величину оптимальной транспортной партии крупнотоннажных контейнеров для отправления до станции назначения. Реализация модели показала, что для усредненных исходных данных можно получить оптимальное значение величины

партии контейнеров. Сформированную модель целесообразно интегрировать как дополнительную задачу на автоматизированные рабочие места маневрового диспетчера и логиста.

Сформированы подходы к созданию интеллектуальной системы поддержки принятия решений оперативного персонала на пограничных передаточных станциях. Эта система моделирует интеллектуальную деятельность на основе компоненты, аккумулирующей знания профессионалов, т.е. базы знаний, которая представляет собой совокупность знаний в технологии работы пограничных передаточных станций. Базу знаний в системе предложено представить в виде фрейм-сценариев, представляющих собой модели стереотипных ситуаций.

Для повышения эффективности управления вагонопотоками в условиях пограничных передаточных станций усовершенствована структура и комплекс задач информационно-управляющей системы пограничных передаточных станций, а также осуществлена оценка экономической эффективности внедрения автоматизированной технологии управления вагонопотоками.

Ключевые слова: пограничная передаточная станция, дополнительная маневровая работа, логистическая технология, крупнотоннажные контейнеры, интеллектуальная система.

THE SUMMARY

Baulina G. S. Improvement of cross-border transfer stations through automated control technology of vagon flow. - Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.22.01 - transport systems. - Ukrainian State Academy of Railway Transport MONmolodsportu Ukraine, Kharkiv, 2012.

It is devoted to the improvement of cross-border transfer stations on the basis of automated control technology vagon flows.

The paper analyzes the functioning of cross-border transfer stations in Ukraine and abroad, scientific research and practice experience to improve work stations, the research of technological parameters that most significantly affect the functioning of border stations.

Formalized work of border transfer stations in the performance of additional mobile operation, and formed logistics technology "border dry port" in handling the border station in the form of an optimization model.

The efficiency of vagon flows in border transfer stations formed approaches to creating smart decision support operational staff and improved structure and complex tasks of information and control system of border transfer stations, as well as the estimation of economic effectiveness of automated control technology vagon flows was implemented.

Keywords: border transfer station, additional mobile operation, logistics technology, large-capacity containers, intelligent sistem.

БАУЛІНА ГАННА СЕРГІЇВНА

УДК 656.21.001.57

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ

05.22.01 – транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск к.т.н., доцент Лаврухін О.В.

Підписано до друку «___» _____2012 р.
Формат паперу 60 х 84 1/16 . Папір офсетний.
Умовн.-друк.арк. 0,9. Обл.-вид.арк. 1,1. Безкоштовно.
Замовлення № Тираж 100 прим.

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