

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

ШЕВЧЕНКО Віталій Іванович

УДК 656.225.073.235:658.7

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ В
УНІВЕРСАЛЬНИХ КОНТЕЙНЕРАХ НА
ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ**

05.22.01 – транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2009

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Контейнерні перевезення з'явилися наприкінці 1950-х років одночасно із післявоєнним зростанням міжнародної торгівлі. Виникнення та розвиток контейнерних перевезень за своєю значимістю знаходиться на одному рівні з такими подіями світової історії, як винахід парового двигуна та застосування дизельного і електричного двигунів на транспорті – у низці так званих транспортних революцій. В наш час контейнеризація вантажів у світі складає приблизно 60%, тобто із загального обсягу контейнеропридатних вантажів більше половини перевозиться у контейнерах. У 2008 році світовий контейнерооборот досяг 380 млн. TEU (twenty-foot equivalent unit, двадцяти футовий еквівалент). Згідно з прогнозами цей показник до 2010 року складе 70%.

Єдина транспортна система України розвивається з домінуванням залізничних перевезень. Питома вага залізничного транспорту в загальному вантажообороті всіх видів транспорту України (без урахування трубопроводного) становить 89,1%. Нарощуються перевезення вантажів найбільш ефективним способом в універсальних контейнерах, приріст яких щорічно складає 20-25%.

Актуальність теми. Технологічні процеси, організація перевезень вантажів в універсальних контейнерах розроблена ще для періоду існування командної економіки і непридатні для застосування в ринкових умовах функціонування залізниць України.

У наслідок запровадження концентрації вантажної і комерційної роботи на опорних станціях значна частина контейнерних терміналів була закрита з метою скорочення експлуатаційних витрат. Це негативно вплинуло на обсяги перевезень вантажів та стан економічного розвитку практично всіх регіонів України.

Зростання обсягів виробництва, яке передбачається в після кризовий період, вимагає відкриття нових контейнерних терміналів особливо на проміжних станціях з мінімальними капітальними витратами на основі створення ресурсозберігаючих технологій руху контейнерних поїздів та виконання вантажних операцій з контейнерами, удосконалення технології роботи існуючих терміналів, що є актуальною науково-прикладною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до Концепції та Програми реструктуризації залізничного транспорту України (схвалена Радою Укрзалізниці – протокол 5 від 24 квітня 1997 р., затверджена рішенням Колегії Міністерства транспорту України – протокол 14 від 18 червня 1997 р.), Постанови Кабінету Міністрів України N 821 від 04.08.97 р. Про затвердження Концепції створення й функціонування національної мережі транспортних коридорів в Україні, Законом України Про Комплексну програму утвердження України як транзитної держави у 2002 – 2010 роках від 7 лютого 2002 року N 3022-111, науково-дослідницькими роботами “Удосконалення та розвиток комбінованих перевезень на залізницях України” N 64/1 від 30.06.2003 р., (ДР 0104U003231),

а також „Дослідження впливу експлуатаційних факторів на оборот вантажного вагона та його оптимізація на залізницях України” N64/1 від 01.01.2005 р., (ДР 0106U000078).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є вирішення науково – прикладної задачі удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах, яка дозволить покращити використання вантажопідйомності контейнерів та прискорити їх оборот.

Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення наступних завдань дослідження:

- проведення аналізу використання універсальних контейнерів за вантажопідйомністю та за часом;
- проведення аналізу існуючих технологій доставки та відповідних технічних засобів, які забезпечують перевезення вантажів в універсальних контейнерах;
- розробка ресурсозберігаючої технології руху контейнерних поїздів;
- розробка інтегрованої технології контейнерних терміналів та розміщення універсальних контейнерів на спеціалізованому рухомому складі;
- розробка методу визначення обладнання контейнерного терміналу, який враховував би його технічне оснащення також на місцях незагального користування;
- обґрунтування техніко - економічної доцільності впровадження технологій руху контейнерних поїздів та інтегрованих технологій, пов'язаних з перевезеннями вантажів в універсальних контейнерах.

Об'єкт дослідження. Процес перевезення вантажів в універсальних контейнерах.

Предмет дослідження. Моделі та методи організації перевезень вантажів в універсальних контейнерах у транспортній системі.

Методи дослідження. Формалізацію об'єкта дослідження виконано за допомогою теорії масового обслуговування і системного підходу. Для обґрунтування розподілу випадкової величини інтервалів вхідних та вихідних контейнеропотоків на термінали та з них і часу знаходження контейнерів на терміналах використана теорія ймовірності і математична статистика. Рациональні параметри функціонування контейнерних терміналів, які мають обмінні центри, визначені з використанням математичного моделювання. Метод динаміки середніх застосовано для визначення середніх чисельностей станів контейнерних поїздів.

Наукова новизна отриманих результатів. В дисертаційній роботі вирішено науково-прикладну задачу з удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах, при цьому вперше отримано такі наукові положення:

- розроблено та формалізовано ресурсозберігаючу технологію руху контейнерних поїздів з виконанням вантажних операцій з контейнерами на бокових коліях проміжних станцій без відчеплення вагонів та подавання їх на вантажні фронти, яка забезпечує, на відміну від існуючих технологій, прискорення обороту вагона і контейнера, скорочення капітальних витрат на

побудову контейнерних терміналів, з'єднувальних колій, зниження витрат на маневрову роботу і зменшення собівартості перевезень вантажів в універсальних контейнерах;

- запропоновано нову інтегровану технологію функціонування контейнерних терміналів з подаванням транспортних засобів (платформ та автотранспорту) до міжколійного простору контейнероперевантажувача, та використанням модульних рядів контейнерів збільшених розмірів з розміщенням їх на терміналах та залізничних платформах у межах загального та зонального габаритів навантаження, яка, на відміну від існуючих, скорочує час знаходження їх на терміналах і забезпечує збільшення коефіцієнта використання вантажопідйомності контейнерів та транспортних засобів.

Удосконалені і набули подальшого розвитку:

- комплекс математичних моделей для опису станів під час руху контейнерних поїздів, який, на відміну від існуючих моделей, враховує операції на передавальних прикордонних станціях та процедури взаємодії з вантажовласниками на обмінних центрах;

- метод обґрунтування технічного оснащення контейнерних терміналів, який враховує функціонування обмінних центрів вантажовласників.

Практичне значення отриманих результатів. Технологія безвідчипного виконання вантажних операцій з платформами, завантаженими контейнерами, на бокових коліях проміжних станцій дає можливість прискорити рух контейнерних поїздів, економити витрати на побудову та обслуговування з'єднувальних колій, експлуатаційні витрати на маневровій роботі. Інтегрована технологія подавання транспортних засобів до міжколійного простору контейнероперевантажувачів дозволяє скоротити час їх знаходження на терміналах. Модулі контейнерів збільшених розмірів більш повно використовують загальний та зональний габарити навантаження та покращують використання вантажопід'ємності контейнерів та транспортних засобів. Отримані результати дають можливість значно підвищити прибутки залізниць, збільшити обсяги перевезень за рахунок переключення перевезень дрібних відправок з автотранспорту, покращити транспортне обслуговування та зменшити експлуатаційні витрати. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені в додатках (Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи в технологію перевезень універсальних контейнерів на Південній залізниці від 10.10.2008 р., Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи в технологію контейнерних терміналів на станціях Донецької залізниці від 15.10.2008 р., Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес Інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів Української державної академії залізничного транспорту від 10.10.2008 р., Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес Української державної академії залізничного транспорту від 17.12.2008 р.).

Особистий внесок здобувача. У наукових працях, опублікованих зі співавторами, особистий внесок полягає в:

[1, 2, 3] – запропонована технологія руху контейнерних поїздів з

виконанням вантажних операцій безпосередньо на бокових коліях проміжних станцій без відчеплення платформ та подавання їх на вантажні fronti, побудовані математичні моделі (графи станів та диференціальні рівняння) для опису станів руху поїздів, функціонування контейнерних терміналів.

[4, 5, 6] – побудовані математичні моделі для опису операцій з обслуговування транспортних засобів з контейнерами на вантажному районі, визначені напрямки та вимоги щодо впровадження глобальних систем встановлення місцезнаходження і координат транспортних засобів та контейнерів, сформована технологія та побудовані моделі для опису станів руху міждержавних контейнерних поїздів;

[7, 8, 9, 10] – виконано дослідження потоків контейнерів до контейнерного терміналу, змодельована його робота, удосконалена технологія з урахуванням ресурсозбереження.

Усі положення і результати, що виносяться на захист, отримані здобувачем самостійно.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались, були обговорені та схвалені на: Міжнародних науково-технічних конференціях і семінарах кафедр УкрДАЗТ (ХІТУ, ХарДАЗТ) та співробітників залізничного транспорту (2000-2008 р., м. Харкова); 2-й Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України» (2006 р., м. Євпаторія). Повністю дисертаційна робота доповідалась на об'єднаному науковому семінарі кафедр: “Управління експлуатаційною роботою”, “Управління вантажною і комерційною роботою”, “Залізничні станції та вузли”, Української державної академії залізничного транспорту (2008 р., м. Харків) та на засіданні кафедри “Управління процесами перевезень” Державного економіко – технологічного університету транспорту (2008 р., м. Київ).

Публікації. За темою дисертації опубліковано десять наукових праць у фахових виданнях, які затверджені ВАК України.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел. Повний обсяг роботи складає 218 сторінок, з яких обсяг основного тексту 150 сторінок. Робота ілюстрована 42 рисунками, з яких 5 рисунків - на 5 сторінках. Наведено 28 таблиць, з яких 5 таблиць - на 5 сторінках, а також 7 додатків - на 45 сторінках. Список використаних джерел складає 121 найменування на 13 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету і завдання досліджень, відображено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів і особистий внесок автора, наведено інформацію про апробацію і публікації результатів дослідження.

У першому розділі наведено данні проведеного дослідження стану технічних засобів контейнерних терміналів України, виконано огляд літератури за темою дисертації і вибрано напрямки дослідження.

Питаннями удосконалення перевезення вантажів в контейнерах займалися провідні вчені: Г.Ф. Бабушкін, А.М. Берестовой, В.І. Бобровський, Т.В. Бутько, М.І. Данько, М.М. Дергаусов, А.Т. Дерibas, І.В. Жуковицький, Г.І., Загарій, Ю.Т. Козлов, А.М. Котенко, М.Б. Кельріх, В.К. Мироненко, Г.І. Музикіна, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, Г.І. Нечаєв, О.Д. Омельченко, В.В. Повороженко, В.Г. Пронін, С.М. Резер і ін.

Показано, що контейнери ефективні при перевезеннях вантажів з перевантаженнями через місця загального користування, або в змішаному сполученні.

Невирішеними залишаються для сучасних умов питання ресурсозбереження при організації перевезень вантажів в універсальних контейнерах:

- вантажопідйомність контейнерів і транспортних засобів використовується лише на 40 – 45%;
- у зв'язку з затримками в кожній із систем на шляху прямування від вантажовідправника до вантажоодержувача оборот універсального контейнера на залізницях України досягає 33 доби;
- відсутні дослідження, які б охоплювали комплекс питань з ресурсозбереження на шляху прямування контейнера від вантажовідправника до вантажоодержувача в умовах ринкової економіки;
- існуючий рівень транспортної техніки, сервісу, організації інтермодальних перевезень не відповідає сучасним вимогам, що ускладнює входження транспортного комплексу України в Європейську транспортну систему.

Другий розділ присвячено удосконаленню технології перевезень вантажів в універсальних контейнерах. Згідно існуючої технології платформи з контейнерами на проміжних станціях відчіплюють від поїздів та подають маневровими засобами на контейнерні термінали, що вимагає побудови з'єднувальних колій та значних експлуатаційних витрат на маневрову роботу. Запропоновано ресурсозберігаючу технологію виконання вантажних операцій з контейнерами без відчеплення платформ від составів поїздів безпосередньо на бокових коліях проміжних станцій на основі чіткої взаємодії поїзного диспетчера та працівників проміжних станцій, вантажовідправників та вантажоодержувачів.

У результаті безвідчипного виконання вантажних операцій з платформами, завантаженими контейнерами, забезпечується:

- досягнення значного скорочення часу знаходження на проміжних станціях і тим самим прискорення обороту вагона та контейнера;
- підвищення дільничної швидкості контейнерних поїздів;
- скорочення витрат на маневрову роботу з платформами, завантаженими контейнерами.

Можливі наступні варіанти виконання вантажних операцій з платформами, завантаженими контейнерами на проміжних станціях:

- засобами відправників та вантажоодержувачів контейнерів;

- контейнероперевантажувачами механізованої дистанції вантажно-розвантажувальних робіт;
- контейнероперевантажувальними пристроями, що встановлені на автотранспортних засобах, які прямують на платформах у складі контейнерних поїздів
- розвантаження (навантаження) вантажу безпосередньо з контейнера (в контейнер) без зняття останнього з платформи під час стоянки поїзда на станціях;

Доставка контейнерів з терміналу проміжної станції вантажоодержувачам та у зворотному напрямку здійснюється автотранспортом:

- вантажовласників;
- механізованої дистанції;
- автотранспортом, що прямує на спеціалізованих платформах у складі контейнерного поїзда.

З метою зменшення часу знаходження транспортних засобів та контейнерів на терміналі запропоновано технологію подавання платформ та автотранспорту безпосередньо до міжколійного простору контейнероперевантажувача.

Встановлені напрямки та вимоги щодо впровадження глобальних систем визначення місцезнаходження, стану та координат транспортних засобів і контейнерів на шляху прямування їх від відправника до одержувача.

У загальному вигляді цільова функція удосконалення технології і організації перевезення вантажів в універсальних контейнерах має такий вигляд

$$J(R_k, \sum_{i=1}^n Q_i l_i, P_{нк}^q, P_{рк}^q, K_в) \rightarrow \max, \quad (1)$$

обмеження

$$K_в \leq 1,$$

де R_k - продуктивність контейнера, ткм/конт.;

$\sum_{i=1}^n Q_i l_i$ - вантажооборот в контейнерах, ткм;

$P_{нк}^q$ - динамічне навантаження контейнера, ткм/конт.км;

$P_{рк}^q$ - динамічне навантаження контейнера робочого парку, ткм/конт.км;

$K_в$ - коефіцієнт використання вантажопідйомності контейнера.

Згідно з цільовою функцією для покращення використання вантажопід'ємності контейнерів і транспортних засобів запропоновано модульні ряди контейнерів збільшеної ширини та висоти, які дозволяють більш раціонально використовувати загальний та зональний габарити навантаження.

У третьому розділі формалізовано технологію перевезень вантажів в універсальних контейнерах на основі теорії масового обслуговування.

Досліджено вхідні і вихідні потоки контейнерів та час їх знаходження на терміналі станції Харків – Ліски на Південній залізниці. Усі потоки є пуасонівськими (потоками без післядій) і підпорядковуються розподілу згідно

експоненційному закону. Зразок гістограми наведено на рис. 1.

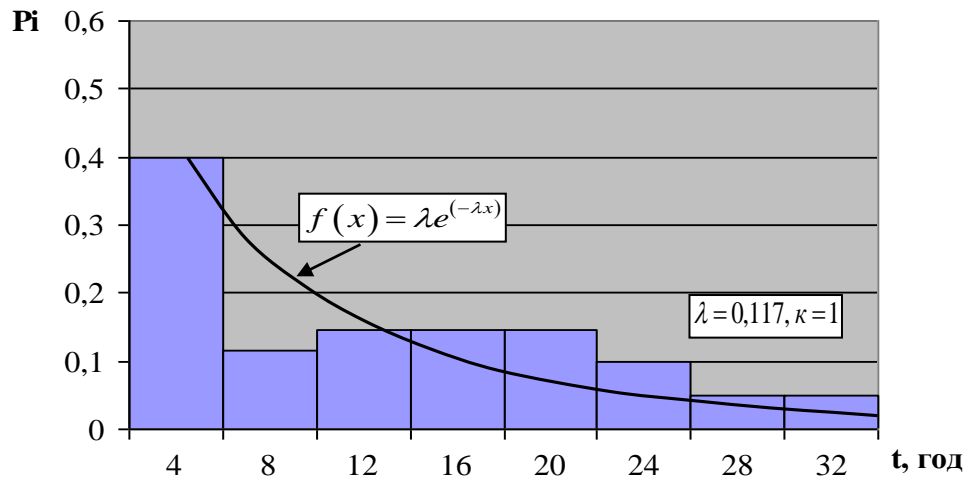


Рис. 1. Гістограма розподілу інтервалів надходження контейнерів до терміналу станції Харків–Ліски на Південній залізниці

Формалізовано рух контейнерного поїзда на шляху прямування.

Розмічений граф станів руху контейнерних поїздів у прямому сполученні з виконанням вантажних операцій на проміжних станціях без відчеплення платформ та подавання їх до вантажних фронтів наведено на рис. 2

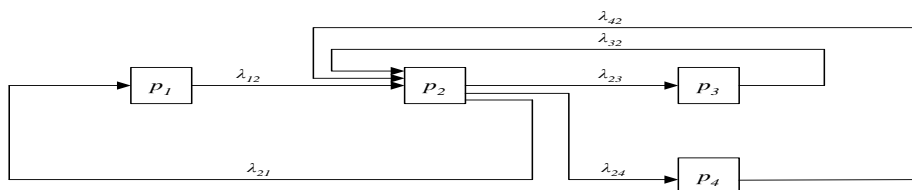


Рис 2. Розмічений граф станів руху контейнерного поїзда в прямому сполученні з виконанням вантажних операцій на проміжних станціях

Згідно графу стани системи:

p_1 – на проміжній станції під вантажними операціями без відчеплення платформ;

p_2 – на дільниці;

p_3 – на технічній станції;

p_4 – на контейнерному терміналі вантажної станції .

Переводять систему зі стану в стан пуасонівські потоки подій інтенсивністю λ_{ij} .

Система диференціальних рівнянь згідно графу, наведеного на рис. 2

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{21}p_1 - \lambda_{12}p_1; \\
 \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{12}p_1 + \lambda_{32}p_3 + \lambda_{42}p_4 - \lambda_{23}p_2 - \lambda_{24}p_2 - \lambda_{21}p_2; \\
 \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{23}p_2 - \lambda_{32}p_3; \\
 \frac{dp_4}{dt} &= \lambda_{24}p_2 - \lambda_{42}p_4;
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Нормувальна умова

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1.$$

Початкові умови

$$t=0; p_1 = 1; p_2 = p_3 = p_4 = 0.$$

Вирішення системи диференціальних рівнянь виконано за допомогою середовища математичного програмування MathCAD. Сталій режим згідно з рис. 3 встановлюється за 40 хвилин.

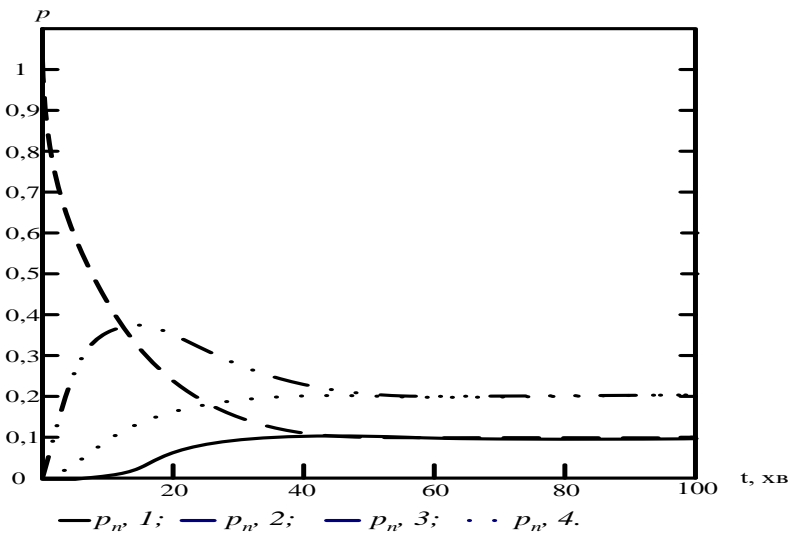


Рис. 3. Вірогідність станів контейнерного поїзда у прямому сполученні

Розмічений граф станів контейнерного поїзда на вантажних станціях наведено на рис. 4.

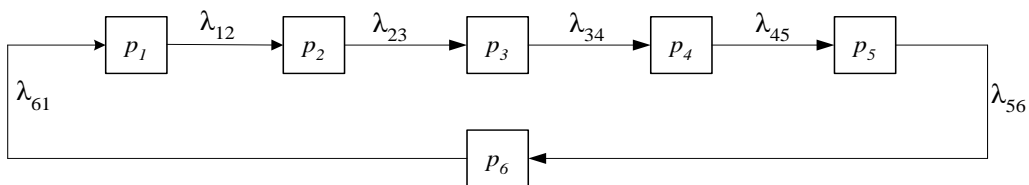


Рис. 4. Розмічений граф станів контейнерного поїзда на вантажних станціях

Згідно графу стани системи:

p_1 – чекання подачі;

p_2 – подача платформи з контейнерами для виконання вантажних

операцій ;

p_3 – знаходження під операціями на контейнерному терміналі з урахуванням очікування;

p_4 – чекання забирання платформи з контейнерного терміналу;

p_5 – забирання платформи з контейнерами;

p_6 – накопичення платформ з контейнерами;

Система диференціальних рівнянь Колмогорова:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{61}p_6 - \lambda_{12}p_1; \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{12}p_1 - \lambda_{23}p_2; \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{23}p_2 - \lambda_{34}p_3; \\ \frac{dp_4}{dt} &= \lambda_{34}p_3 - \lambda_{45}p_4; \\ \frac{dp_5}{dt} &= \lambda_{45}p_4 - \lambda_{56}p_5; \\ \frac{dp_6}{dt} &= \lambda_{56}p_5 - \lambda_{61}p_6. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Нормувальна умова

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 = 1. \quad (4)$$

Система диференціальних рівнянь динаміки середніх:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dn_1}{dt} &= \lambda_{61}n_6 - \lambda_{12}n_1; \\ \frac{dn_2}{dt} &= \lambda_{12}n_1 - \lambda_{23}n_2; \\ \frac{dn_3}{dt} &= \lambda_{23}n_2 - \lambda_{34}n_3; \\ \frac{dn_4}{dt} &= \lambda_{34}n_3 - \lambda_{45}n_4; \\ \frac{dn_5}{dt} &= \lambda_{45}n_4 - \lambda_{56}n_5; \\ \frac{dn_6}{dt} &= \lambda_{56}n_5 - \lambda_{61}n_6. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Нормувальна умова

$$n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 = N,$$

де $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ – кількість платформ під час операцій у відповідних системах станції;

N – загальна кількість платформ на станції.

Початкові умови

$$t=0; n_1=60, n_2=n_3=n_4=n_5=n_6=0.$$

На станціях під вантажними операціями сталий режим функціонування згідно з рис. 5 встановлюється за 2,5 - 3,0 год.

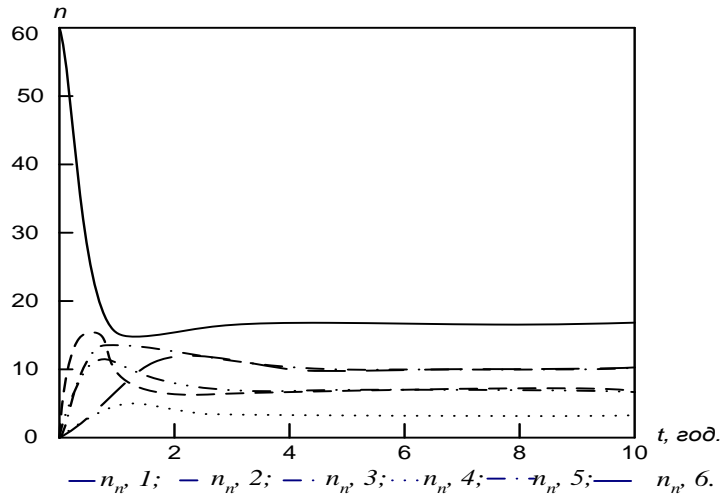


Рис. 5. Залежності кількості платформ з контейнерами під операціями на вантажних станціях від часу

Розмічений граф станів доставки контейнерів автотранспортом власникам вантажів наведений на рис. 6.

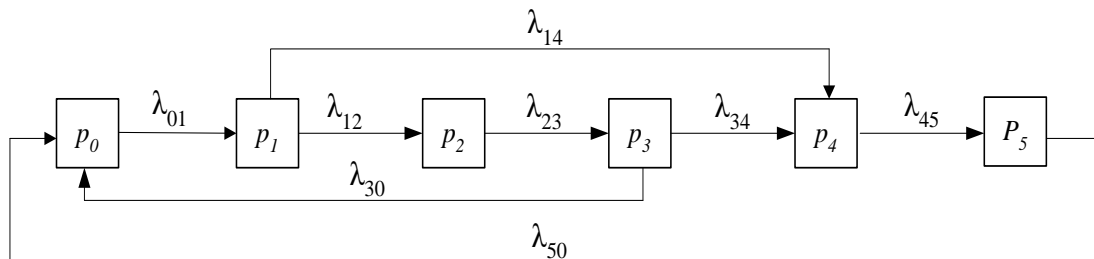


Рис. 6. Розмічений граф станів доставки контейнерів автотранспортом у місто

Згідно графу стани системи :

p_0 – знаходження на терміналі;

p_1 – на шляху прямування в місті;

p_2 – під розвантаженням у вантажоодержувача;

p_3 – прямування в порожньому стані після розвантаження під навантаження, або до терміналу;

p_4 – під навантаженням;

p_5 – прямування на термінал.

Система диференціальних рівнянь Колмогорова при цьому має такий вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0}{dt} &= \lambda_{50}P_5 + \lambda_{30}P_3 - \lambda_{01}P_0; \\ \frac{dP_1}{dt} &= \lambda_{01}P_0 + \lambda_{14}P_1 - \lambda_{12}P_1; \\ \frac{dP_2}{dt} &= \lambda_{12}P_1 - \lambda_{23}P_2; \\ \frac{dP_3}{dt} &= \lambda_{23}P_2 - \lambda_{34}P_3 - \lambda_{30}P_3; \\ \frac{dP_4}{dt} &= \lambda_{34}P_3 + \lambda_{14}P_1 - \lambda_{45}P_4; \\ \frac{dP_5}{dt} &= \lambda_{45}P_4 - \lambda_{50}P_5. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Нормувальна умова

$$p_0 + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 = 1$$

Початкові умови

$$t=0; p_0 = 1; p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = 0$$

Згідно з графіком (рис. 7) тривалість перехідних процесів у системі масового обслуговування в оптимальному режимі незначна та складає до 30 хвилин.

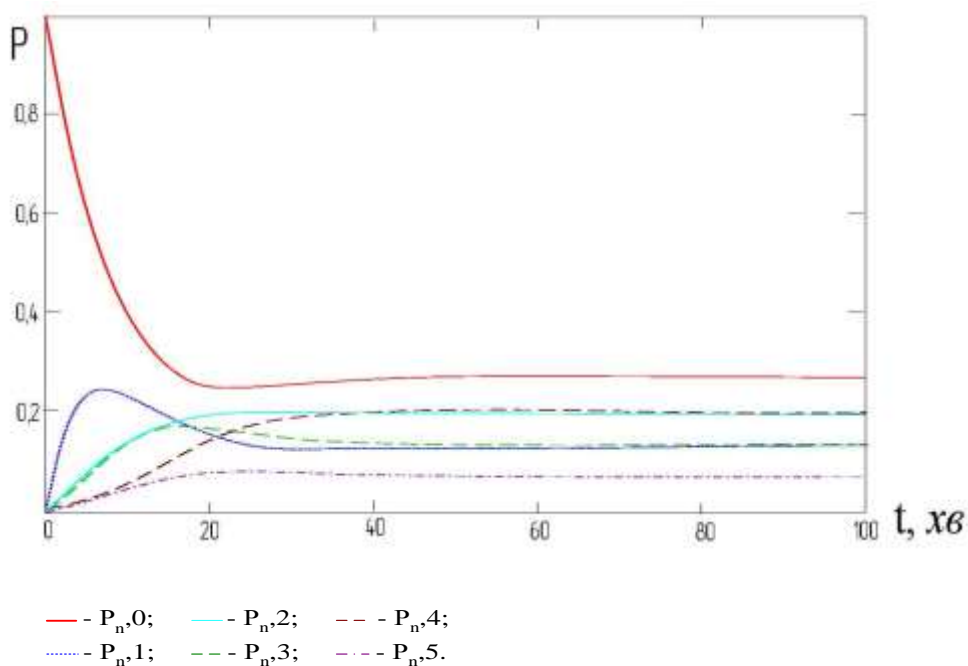


Рис. 7. Вірогідність станів доставки контейнерів автотранспортом

У четвертому розділі обґрунтовано економічну доцільність запровадження технології вантажних операцій на бокових коліях проміжних станцій і інтегрованої технології розміщення контейнерів на терміналах та платформах в межах зонального і загального габаритів навантаження.

Модель із цільовою функцією скорочення загальних витрат на перевезення одного контейнера наведена у вигляді:

$$S = (C_{nm} l_{nm} + C_{vm} l_{vm} + E_{в-р} + E_{нк} + E_p l_{mk}) P_{cp} \Rightarrow \min \quad (7)$$

де S - загальні витрати на перевезення вантажу в контейнері, грн;

C_{nm}, C_{vm} - повна собівартість 1ткм відповідно на підвезенні та вивезенні контейнера з терміналів залізничних станцій, грн./км;

l_{nm}, l_{vm} - середня дальність відповідно підвезення та вивезення контейнера з терміналів залізничних станцій, км.;

$E_{в-р}$ - сумарні витрати на вантажні операції з контейнерами, віднесені на 1 т вантажу в контейнері, грн./т;

$E_{нк}$ - експлуатаційні витрати на початкові та кінцеві операції на залізничних станціях, віднесені на 1т вантажу в контейнері, грн.;

E_p - експлуатаційні витрати на рухомі операції з контейнерами на залізничному транспорті, віднесені на 1ткм, грн./ткм;

l_{mk} - середня дальність перевезення контейнера залізничним транспортом, км.;

P_{cp} - середнє завантаження контейнера, т.

Цільова функція для запровадження інтегрованої технології руху вантажів у контейнерах

$$\left. \begin{array}{l} \Delta P_K l \rightarrow \max; \\ F(\Delta K_K, \Delta E_{\text{с}}) \rightarrow \max \end{array} \right\}, \quad (8)$$

Обмеження

$$P_{KCT} \leq P_{ВПК}.$$

Додатковий вантажооборот у контейнерах, що може бути освоєний при збільшенні обсягів перевезень у після кризовий період, складе

$$\Delta P_K l = \left(\frac{\sum_{j=1}^m P}{P_{KCT}} - \frac{\sum_{j=1}^m P}{P'_{KCT}} \right) P'_{KCT} l_{HK}, \quad (9)$$

де $\sum_{j=1}^m P$ - середня кількість вантажу, що відправляється за добу в контейнерах,

т;

P_{KCT}, P'_{KCT} - статичне навантаження контейнера відповідно до проведення заходів щодо його збільшення і після, т;

$P_{ВПК}$ - вантажопідйомність контейнера, т;

l_{HK} - навантажений рейс контейнера, км.

ΔK_K - зниження капітальних витрат, викликане скороченням необхідного контейнерного парку у зв'язку з запровадженням контейнерів збільшених

розмірів, грн.;

ΔE_9 - зменшення експлуатаційних витрат, грн.

Зниження капітальних витрат завдяки скороченню необхідного парку контейнерів становить

$$\Delta K_K = \alpha_\rho \left(\frac{\sum_{j=1}^m P}{P_{KCT}} - \frac{\sum_{j=1}^m P}{P'_{KCT}} \right) O_K C_K (1 + \alpha_K), \quad (10)$$

де α_ρ - коефіцієнт, що враховує перебування контейнерів у планових видах ремонту;

O_K - середній час обороту контейнера, доба;

C_K - середня вартість побудови одного контейнера, грн;

α_K - коефіцієнт, що характеризує частку витрат на розвиток контейнерного господарства.

Скорочення експлуатаційних витрат у зв'язку зі зменшенням необхідної кількості контейнерів для заданого обсягу перевезень та запровадженням нової технології розміщення контейнерів на терміналі складається з двох частин, що залежать від скорочення простою (контейнеро - годин) на контейнерних терміналах і скорочення пробігу (контейнеро - кілометрів) у навантаженому і порожньому стані на шляху прямування від вантажовідправника до вантажоодержувача.

Скорочення контейнеро - годин простою

$$\Delta n_K t_{\text{во}}^{\text{но}} = 365 \left(\frac{\sum_{j=1}^m P}{P_{KCT}} - \frac{\sum_{j=1}^m P}{P'_{KCT}} \right) 2t_K + n'_K \Delta t_K \quad (11)$$

скорочення контейнеро - кілометрів пробігу

$$\Delta n_K S_{\text{ек}} = 365 \left(\frac{\sum_{j=1}^m P}{P_{KCT}} - \frac{\sum_{j=1}^m P}{P'_{KCT}} \right) l_{HK} (1 + \alpha_{\text{нор}}^K), \quad (12)$$

де t_K - середній простій контейнера на терміналах, який припадає на одну вантажну операцію, год;

$n'_K \Delta t_K$ - скорочення простою контейнерів завдяки впровадженню нової технології подавання транспортних засобів на терміналі, конт. - год.;

$\alpha_{\text{нор}}^K$ - коефіцієнт порожнього пробігу контейнера.

Скорочення експлуатаційних витрат у зв'язку зі збільшенням розмірів,

підвищенням середнього навантаження контейнера та запровадженням нової технології становить

$$\Delta E_{\text{з}} = \Delta n_K t_{\text{вк}}^{HO} C_{\text{к-г}} + \Delta n_K S_{\text{зк}} C_{\text{к-км}} \quad (13)$$

де $C_{\text{к-г}}$, $C_{\text{к-км}}$ – вартість контейнеро - години та контейнеро - кілометра, грн.

Для встановлення оптимального технічного оснащення контейнерного терміналу безпосередньо на станції та на обмінному центрі вантажовласників застосовано повну вартість масового обслуговування, яка враховує витрати, пов'язані з чеканням обслуговування транспортних засобів і контейнерів та простоями контейнероперевантажувачів

$$W_{(KT)}(W_{(KP)} + W_{(B)}) \rightarrow \min \quad (14)$$

При наступних обмеженнях:

$$\left. \begin{aligned} g_{a \min} &\leq g_a \leq g_{a \max}; \\ t_{a \min} &\leq t_a \leq t_{a \max}; \\ t_{\text{кп} \min} &\leq t_{\text{к}} \leq t_{\text{кп} \max}; \\ m_{\text{кп} \min} &\leq m_{\text{кп}} \leq m_{\text{кп} \max} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

де $W_{(KP)}$ - повна вартість чекання платформ, автомобілів і контейнерів обслуговування та простою засобів комплексної механізації на контейнерному терміналі станції, грн;

$W_{(B)}$ - повна вартість чекання автомобілів та контейнерів обслуговування та простою засобів комплексної механізації на обмінному центрі у вантажовласників, грн.;

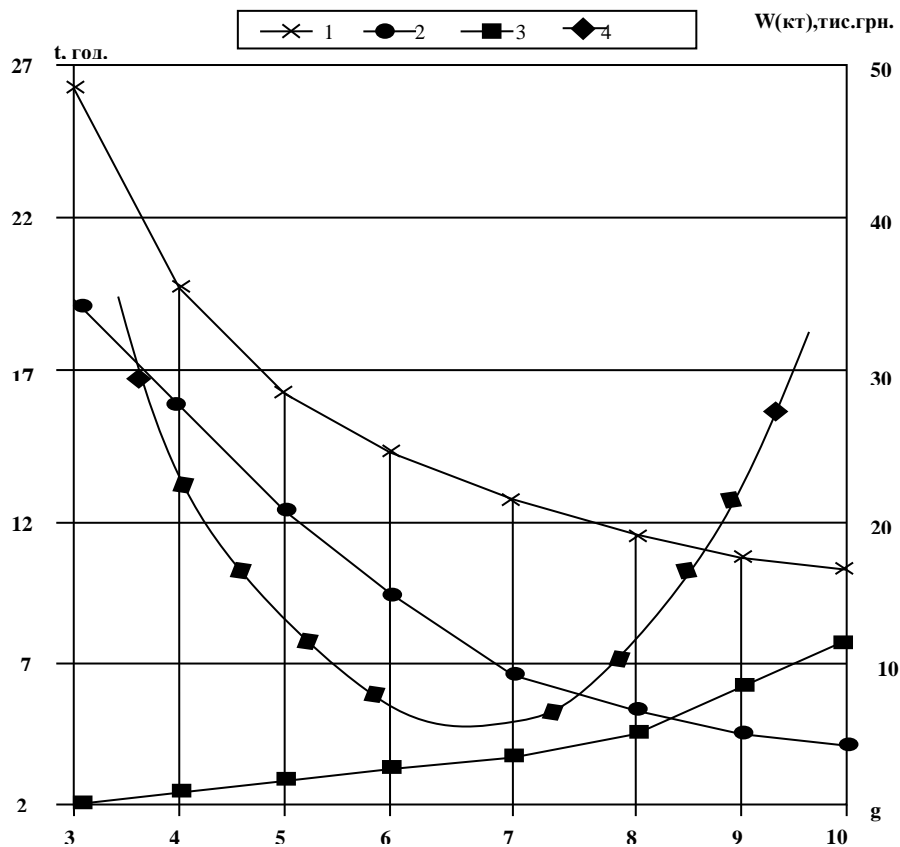
g_a - середня кількість автотранспортних засобів, які беруть участь у перевезеннях контейнерів за добу, од.;

t_a - тривалість роботи автотранспортних засобів на завезенні контейнерів на термінал та вивезенні їх з терміналу, год.;

$t_{\text{кп}}$ - тривалість роботи контейнерного терміналу, год.;

$m_{\text{кп}}$ - наявність контейнероперевантажувачів на терміналі, од.

Вплив кількості автотранспортних засобів на тривалість чекання обслуговування та на витрати, пов'язані з чеканнями та простоями наведено на рис. 8.



- 1 – Час знаходження контейнерів на терміналі
- 2 – Час чекання платформ з контейнерами звільнення місць
- 3 – Час чекання платформ звільнення навантажувально-розвантажувальних машин
- 4 – Витрати, пов'язані з чеканнями та простоями

Рис.8. Вплив кількості автотранспортних засобів на тривалість чекання обслуговування контейнерів і платформ та на витрати, пов'язані з чеканнями та простоями .

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено науково–прикладну задачу – удосконалення технологій перевезення вантажів в універсальних контейнерах, що дозволить покращити використання вантажопідйомності контейнерів і транспортних засобів та прискорити їх оборот.

1. На підставі проведеного аналізу встановлено , що діюча технологія перевезення вантажів в універсальних контейнерах не є ресурсозберігаючою, призводить до значних втрат в обороті і використанні вантажопідйомності контейнерів та транспортних засобів. Мають місце значні витрати на побудову і обслуговування з'єднувальних колій від станції примикання до контейнерних терміналів та маневрову роботу.

2. Аналіз існуючих технологій перевезення вантажів в універсальних контейнерах та використання контейнерного парку свідчить про наявність значних резервів у прискоренні обороту та збільшенні навантаження контейнера. Контейнерний парк на залізницях України використовується не

задовільно:

- загальний оборот універсального контейнера складає 33 доби, а великотоннажного контейнера – 20 діб;

- вантажопідйомність контейнера використовується тільки на 40-45%.

3. Розроблено ресурсозберігаючу технологію руху контейнерних поїздів із виконанням вантажних операцій на бокових коліях проміжних станцій без відчеплення вагонів та подавання їх до вантажних фронтів, яка дозволяє, на відміну від існуючих, економити витрати на побудову та обслуговування з'єднувальних колій, та витрати на подавання і забирання вагонів з контейнерами. Прискорюється оборот транспортних засобів та контейнерів. Розрахункова економія експлуатаційних витрат для напрямку Харків - Київ складає 4,6 млн. грн./рік.

4. Розроблений комплекс математичних моделей прямування контейнерних поїздів з виконанням вантажних операцій без відчеплення вагонів та технології функціонування контейнерних терміналів, на відміну від існуючих моделей, дає можливість застосовувати їх в інтелектуальних системах підтримки прийняття оптимальних рішень оперативних працівників для управління перевезеннями вантажів в універсальних контейнерах на основі локальної комп'ютерної мережі інформаційного середовища АСУ ВП УЗ у комплексі задач на базі діючих автоматизованих робочих місць на вантажних станціях, в управліннях залізниць, Українському державному центрі транспортного сервісу «Ліски» та в державній адміністрації УЗ.

5. Розроблена та формалізована інтегрована технологія функціонування контейнерних терміналів, яка, на відміну від існуючої, передбачає подавання транспортних засобів до міжколійного простору контейнероперевантажувача, раціональне розміщення контейнерів на терміналах та в межах зонального і загального габаритів навантаження на спеціалізованому рухомому складі, покращує використання контейнерів та транспортних засобів.

6. Запропоновано метод визначення технічного оснащення контейнерного терміналу, який, на відміну від існуючих, враховує час знаходження контейнера та продуктивність технічних засобів також і на місцях незагального користування, та тим самим забезпечує прискорення обороту контейнера

7. Економічне обґрунтування запропонованих заходів показало, що внаслідок удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах на основі запропонованої технології руху контейнерних поїздів з виконанням вантажних операцій без відчеплення вагонів та подаванням їх на вантажні fronti, інтегрованої технології роботи контейнерних терміналів з подаванням транспортних засобів до міжколійного простору контейнероперевантажувача, розміщення контейнерів на платформах у межах загального та зонального габаритів навантаження, збільшення завантаження контейнерів складе 35-40% прискорення обороту транспортних засобів та контейнерів – 10-15%.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1 Шевченко В. І. Удосконалення технології та підвищення ефективності

перевезення вантажів в універсальних контейнерах / А. М. Котенко, В. І. Шевченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 1999. - №5. - С. 75-81.

2 Шевченко В. І. Проблеми взаємодії видів транспорту у перевізному процесі / Д. В. Ломотько, В. І. Шевченко, І. В. Берестов // Науково-технічний збірник ХНАМГ. – 2004. -.№ 58. - С. 201-206.

3 Шевченко В. І. Тенденції удосконалення технології та технічних засобів на перевантажувальних станціях / В. І. Шевченко, В. І. Петров, А. М. Котенко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2006. - №1. – С. 33-35.

4 Шевченко В. І. Математичне моделювання обслуговування вагонів на вантажному районі / А. М. Котенко, В. І. Шевченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2006. - №3. – С. 77-80.

5 Шевченко В. І. Про перспективи впровадження глобальних систем визначення місцезнаходження і координат транспортних засобів та контейнерів / А. М. Котенко, В. І. Шевченко, П. С. Шилаєв // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2007. - №3. – С.13-16.

6 Шевченко В. І. Технологія та моделювання руху міждержавних контейнерних поїздів / А. М. Котенко, В. І. Шевченко, П. С. Шилаєв // Зб. наук. праць. КУЕТ. Серія “Транспортні системи і технології”. 2007. – № 11. – С. 175-180.

7 Шевченко В. І. Математичні моделі та удосконалення технологій перевезення вантажів в універсальних контейнерах / А. М. Котенко, В. І. Шевченко // Восточно - Европейский журнал передовых технологий. – 2007. - №4/5(28). – С. 31-35.

8 Шевченко В. І. Удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах / В. І. Шевченко, П. С. Шилаєв, А. М. Котенко // Восточно – Европейский журнал передовых технологий. – 2007. - №6/5(30) – С. 12-17.

9 Шевченко В. І. Удосконалення технології перевезення та перевантаження універсальних контейнерів / А. М. Котенко, В. І. Шевченко, П. С. Шилаєв // Збірник наукових праць. ДЕТУТ. Серія “Транспортні системи і технології”. — 2008. - № 13. - С. 114-117.

10 Шевченко В. І. Дослідження та моделювання роботи контейнерного терміналу / А. М. Котенко, В. І. Шевченко, П. С. Шилаєв, Р. С. Ємельянов // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. - 2008. - №5. – С. 8-13.

АНОТАЦІЯ

Шевченко В.І. Удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах на залізницях України. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи; Українська державна академія залізничного транспорту; Харків, 2009.

Дисертація присвячена питанням дослідження, розробки та вдосконалення методів і технологій під час інтермодальних перевезень вантажів.

Із застосуванням системних підходів досліджено стан та використання технічних засобів перевезень вантажів у контейнерах залізницями України.

Розроблено та формалізовано за допомогою теорії масового обслуговування технологію прямування контейнерних поїздів, яка, на відміну від існуючої, передбачає виконання вантажних операцій на проміжних станціях без відчеплення вагонів, безпосередньо на бокових коліях проміжних станцій. Запропонована технологія скорочує витрати на маневрові операції – відчеплення вагонів від контейнерних поїздів, подавання їх на вантажні райони та побудову з'єднувальних колій.

Запропоновано нову інтегровану технологію доставки вантажів в універсальних контейнерах, яка, на відміну від існуючої передбачає подавання транспортних засобів до міжколійного простору контейнероперевантажувача, модульних рядів контейнерів збільшених розмірів з розміщенням їх на терміналах та залізничних платформах у межах загального та зонального габаритів навантаження, яка скорочує час знаходження їх на терміналах і забезпечує збільшення коефіцієнта використання і вантажопідйомності контейнерів та транспортних засобів.

Ключові слова: контейнерна транспортна система, контейнери, контейнерні поїзди, контейнерні термінали, зональний та загальний габарити навантаження, теорія дослідження операцій, теорія масового обслуговування.

АННОТАЦИЯ

Шевченко В.И. Усовершенствование технологии перевозок грузов в универсальных контейнерах на железных дорогах Украины. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 – транспортные системы; Украинская государственная академия железнодорожного транспорта; Харьков, 2009.

Диссертация посвящена вопросам исследования, разработки и усовершенствования методов и технологий перевозки грузов в универсальных контейнерах на железных дорогах Украины.

Анализ показателей работы контейнерных терминалов свидетельствует о том, что их работа отличается значительной неравномерностью как по декадам, месяцам, так и на протяжении года. Объемы работы на терминалах увеличиваются от первой до третьей декады, а также к окончанию года.

Проведенные исследования показывают, что грузоподъемность контейнера используется неудовлетворительно. Данные исследования загрузки крупнотоннажных контейнеров на терминале Харьков-Лиски показывают, что наиболее низкие коэффициенты использования грузоподъемности получены при перевозке таких грузов, как медикаменты – 0.19, насосы пожарные – 0.06, оборудование деревообрабатывающее – 0.08. В целом же средний коэффициент использования грузоподъемности контейнера составляет только 0.44. Средняя масса груза в контейнере – 8.71 т.

Значительны потери в обороте контейнера по причине несовершенства технологии, значение которого превышает 33 суток. Потери в обороте контейнера допускаются в результате длительных операций на грузовых станциях: ожидание операций, расформирование, подача, уборка, накопление, формирование и др. Состояние технических средств (подъемно-транспортная техника, информационные системы эксплуатируются по 20-30 лет), технология переработки контейнеров на терминалах не отвечает современным требованиям. В результате средний простой контейнера на терминалах достигает $144,8 \div 733,9$ час.

Исследованы входящие и выходящие потоки контейнеров, а также время их нахождения на терминалах станции Харьков – Лиски. Результаты исследования свидетельствуют о возможности применения для моделирования теории массового обслуживания.

Разработана и формализована с помощью теории массового обслуживания технология следования контейнерных поездов, которая, в отличие от существующей, предусматривает выполнение грузовых операций на промежуточных станциях без отцепки вагонов непосредственно по прибытии поезда на боковых путях промежуточных станций. Построены графы состояний и дифференциальные уравнения движения контейнерных поездов со следованием по новой технологии, а также доставки контейнеров автотранспортом с контейнерных терминалов грузовладельцам. Решения систем дифференциальных уравнений выполнено с помощью метода визуального программирования MathCAD.

Предложенная технология сокращает расходы на отцепку-прицепку вагонов к поездам, подачу и уборку их на выгрузочные пути грузовых районов, строительство соединительных путей. Предложена интегрированная ресурсосохраняющая технология доставки грузов в универсальных контейнерах, которая, в отличие от существующей, предусматривает подачу транспортных средств в межрельсовое пространство контейнероперегрузателя, что сокращает время их обслуживания. Предложены модульные ряды контейнеров увеличенных размеров с размещением их на терминалах и железнодорожных платформах в пределах общего и зонального габаритов погрузки, которые, в отличие от существующих, сокращают время нахождения их на терминалах и обеспечивают увеличение использования их грузоподъемности.

Разработанные математические модели следования контейнерных поездов без отцепки вагонов, математические модели работы контейнерных

терминалов дают возможность в системах АРМ поездного диспетчера, дежурного по станции, маневрового диспетчера, оперативных работников терминалов принимать оптимальное управленческое решение в разных ситуациях.

Ключевые слова: контейнерная транспортная система, контейнеры, контейнерные поезда, контейнерные терминалы, зональный и общий габариты погрузки, теория массового обслуживания, теория исследования операций.

THE SUMMARY

Shevchenko V.I. Improvement of freights transportation technology in universal containers on railways of Ukraine. - Manuscript.

Candidate's thesis, speciality 05.22.01 – the transport systems; Ukrainian state academy of railway transport; Kharkiv, 2009.

The present work is devoted to the problems of research, development and improvement of methods and technologies of intermodal freight transportations.

We have used system approaches to research condition and usage of technical means of freight transportation in universal containers on Ukrainian railways.

We have used the theory of mass service to develop and formalize the technology of movement of container trains which in the contrast to the present one, presupposes freight operations at intermediate stations without braking-up of waggonage directly on the side tracks of intermediate stations. The present technology reduces expenses on train separation, movement of container railcars on unloading tracks, construction of connective tracks.

We have performed new integrated technology of freight delivery in universal containers, which in the contrast to the present one presupposes arrival of transport means to intertrack space of container pick-and-place, module ranks of bigger containers placed in terminals and on railway platforms within general and local loading dimension. It reduces time of their staying in terminals and provides increase of coefficient of usage and capacity of containers and other transport means.

Keywords: container transport system, containers, container trains, container terminals, zonal and general sizes of loading, the theory of research of operations, the theory of mass service.

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі Управління вантажною та комерційною роботою, Міністерство транспорту та зв'язку України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор **Котенко Анатолій Миколайович**, Українська державна академія залізничного транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України, кафедра “Управління вантажною і комерційною роботою”, професор.

Офіційні опоненти – доктор технічних наук, професор **Негрей Віктор Якович**, Білоруський державний університет транспорту, перший проректор

кандидат технічних наук, доцент **Музикіна Галина Іванівна**, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України, декан факультету «Управління процесами перевезень»

Захист відбудеться “ ____ “ _____ 2009 р. о ____ год ____ хв на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 Української державної академії залізничного транспорту за адресою: м. Харків, майдан Фейєрбаха,7.

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

Автореферат розісланий “ ____ “ _____ 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А.В.Прохорченко