

Альошинський Є. С.,
Світлична С. О.,
Виборнова Ю. Ю.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕТАПІВ РОЗПОДІЛУ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ ПРИ ЗМІШАНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

У статті проведено аналіз сучасного стану розвитку взаємодії морських торговельних портів і залізничних станцій примикання припортових транспортних вузлів України. Досліджено систему організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях на різних етапах переробки вантажу. У результаті проведених досліджень запропоновано ряд удосконалень на кожному етапі переробки імпортованих та транзитних вантажів.

Ключові слова: припортовий транспортний вузол (ПТВ), морський торговельний порт (МТП), припортова залізнична станція (ПЗС)

1. Вступ

Вигідне географічне положення України на напрямках основних транзитних потоків між Європою та Азією разом із достатньо розвинутою транспортною інфраструктурою, створює всі необхідні передумови для збільшення вантажопотоків через територію нашої держави.

Однак за даними офіційного сайту Державної служби статистики України [1] в післякризовий період спостерігається зменшення усіх видів перевезень у тому числі імпорту та транзиту, як залізничним, так й морським та автомобільним транспортом. Загальний вантажопотік у 2012 році склав 772,8 млн. т, у порівнянні з 2007 (902,7 млн. т) цей показник знизився майже на 15 %.

2. Аналіз стану питання

Важливу роль у здійсненні зовнішньоторговельних перевезень відіграє злагоджена співпраця залізничного та морського транспорту, що є визначальною перспективою розвитку шляхів сполучення нашої держави з країнами далекого та ближнього зарубіжжя.

Однією з найбільш складних транспортних систем є транспортний вузол, елементи якого з'єднуються внутрішніми зв'язками та вступають один з одним у певні

відносини, які залежать від схеми вузла та технології його роботи [2]. Найбільш потужним сектором транспортного ринку є об'єкти припортового транспортного вузла (ПТВ) – морські порти, залізничні підходи до них та автомобільні сполучення.

На території України в межах Азово-Чорноморського басейну налічується 18 морських торговельних портів (МТП), які об'єднані нерозривним технологічним процесом із залізничними станціями примикання, враховуючи підходи до них (рис. 1).

Наразі залізничні потужності припортових транспортних вузлів України можуть не витримати зростання обсягів міжнародних вантажних перевезень. Оскільки головними стримуючими факторами при їх роботі є диспропорція між переробною спроможністю припортових залізничних станцій (ПЗС), пропускною здатністю дільниць на підходах до них та переробною спроможністю портів, а також недостатньо координована взаємодія суміжних видів транспорту (у даному випадку морського та залізничного).

Диспропорція, у першу чергу, пов'язана з тим, що майже всі ПЗС затиснуті між містом та портом, що свідчить про нестачу території для подальшої розбудови. У цей же час як переробна спроможність портів комплексів збільшується за рахунок проектів розширення

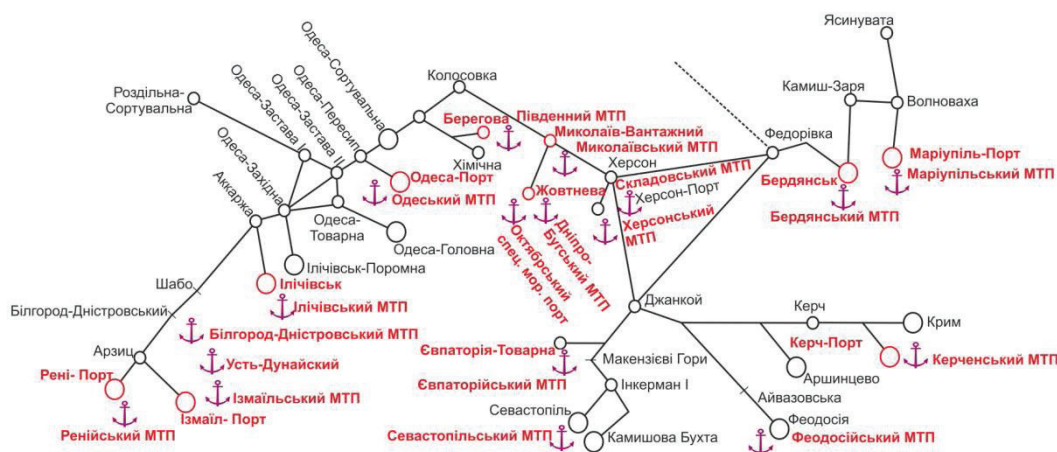


Рис. 1. Структурна схема взаємозв'язку морських торговельних портів і залізничних станцій примикання припортових транспортних вузлів України

та реконструкції складів, причалів, вантажних фронтів, навіть цілих терміналів коштами самого порту чи приватних інвесторів. Масштабним прикладом такого процесу на теперішній час є будівництво глибоководного контейнерного терміналу «Карантинний мол» в Одеському порту, для приймання найбільших контейнеровозів, які заходять у Чорне море.

На сьогоднішній день у Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року констатується [3], що резерви технічних потужностей залізниці, її провізної спроможності практично вичерпані, що ставить під загрозу можливості безперебійного задоволення зростаючих потреб у транспортному обслуговуванні, особливо у напрямках морських торговельних портів Чорного та Азовського морів. У першу чергу це стоюється міжнародних вантажних перевезень.

Натомість Програмою комплексного розвитку залізничної інфраструктури портів переробних комплексів, припортових станцій та підходів до них до 2015 року передбачено [4] реалізацію проектів по будівництву, ремонту та реконструкції припортових станцій на суму капіталовкладень 6,7 млрд. грн (за рахунок залізниці 426 млн. грн), що буде сприяти збільшенню об'єму перевезень експортних та транзитних вантажопотоків до 18–25 млн. тонн за рік.

Згідно зазначеній галузевій програмі, у 2010 році Укрзалізниця вже спрямувала на розбудову залізничної інфраструктури в напрямку портів значні кошти, а саме понад 200 млн. грн [5].

Проте, на теперішній час, після прийняття вище вказаних документів та поступової їх реалізації значних змін у розвитку залізничних припортових станцій не відбулося. Звичайно, виконання проектів із такими капіталовкладеннями затягнеться не на один рік, але чи вистачить сили залізничній галузі відповідати нормам та потребам морських портів, залишається відкритим питанням.

Також, аналізуючи стан розвитку припортових транспортних вузлів України, необхідно звернути увагу на те, що наразі у більшості ПТВ склалася не найкраща ситуація стосовно недосконалої координації взаємодії суміжних видів транспорту та елементів транспортної інфраструктури, які задіяні в процесі змішаних вантажних перевезень. Навіть крупні українські порти, які першочергово зорієнтовані на імпорт та транзит вантажів зазнають збитків через відсутність синхронізації дій

учасників даного процесу, що у свою чергу не може сприяти залученню зовнішньоторговельних перевезень.

Цей аспект є дуже важливим, бо від того на скільки якісно буде організована системи просування міжнародних вантажопотоків при узгодженій взаємодії задіяних видів транспорту, на стільки ефективною буде робота як припортового транспортного вузла так і транспортної системи в цілому.

3. Постановка завдання

Підвищення ефективності роботи залізничного транспорту при взаємодії з морськими портами та зростання його конкурентоспроможності на ринку транспортних послуг, можливе за рахунок комплексного розвитку портової та залізничної інфраструктури, включаючи ремонт та реконструкцію елементів ПТВ, зміни у взаємовідносинах між усіма учасниками перевезень (координація та синхронізація дій), а також впровадженням нових організаційно-інформаційних технологій.

Зважаючи на те, що реалізацію проектів по будівництву, реконструкції та ремонту припортових станцій уже передбачено Програмою комплексного розвитку, то основною задачею наразі можна визначити як дослідження та удосконалення системи організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях, розділивши весь процес переробки імпортованих та транзитних вантажів на етапи з граничними елементами. При цьому для кожного з періодів необхідно визначити задачі по вдосконаленню, можливі способи їх вирішення та за допомогою яких інструментарії можна досягти потрібних результатів (табл. 1).

Такі дослідження можуть слугувати основою для формування раціональних режимів перевезення імпортованих та транзитних партій вантажів на всьому шляху слідування з використанням нових механізмів інформаційного середовища.

4. Дослідження системи організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях

Запропонований вище поетапний розподіл процесу переробки міжнародних вантажопотоків являє собою єдину технологію слідування імпортованих та транзитних

Таблиця 1

Поетапний розподіл процесу переробки міжнародних вантажопотоків

	Етапи процесу переробки вантажопотоку		
	I етап до моменту прибуття судна з вантажем у порт країни призначення	II етап прибуття вантажу в порт	III етап переміщення вантажу в середині припортового транспортного вузла
Процес	передача даних про вантаж, що імпортується чи проходить транзитом через нашу державу	визначення необхідних операцій по прибуттю, управління процесом їх виконання	розподіл вантажопотоків за напрямками згідно маршрутам слідування з переміщенням по ПТВ
Задача	визначення «вузьких місць» в роботі системи передачі інформаційного потоку до ПТВ	мінімізація затрат часу на виконання операцій з вантажем, що прибув	підвищення пропускну та переробної спроможності дільниць ПТВ
Спосіб	дослідження системи передачі даних на різних етапах організації перевезення у країні відправника	формування найвигідніших технологічних схем виконання операцій по прибуттю та раціоналізації організації узгодженого підведення вантажопотоків	визначення районів ПТВ з «надлишковими» та «дефіцитними» вантажопотоками з встановленням рівноваги в процесі розподілу
Інструментарій	мережа Петрі та кореляційні залежності	динамічне програмування, імітаційний метод динамічного узгодження (І-МДУ)	багатоетапна транспортна задача та теорія ймовірностей

вантажів від країни відправника до країни одержувача чи до країни-транзитера (це залежить від того, у якій якості виступає Україна).

Перший етап, до моменту прибуття судна в порт країни призначення (або транзитера), охоплює, у більшій мірі, управлінську та інформаційну області — це передача даних про вантаж, що імпортується чи йде транзитом через нашу державу. Проводячи дослідження у цій сфері, необхідно вирішити задачу по вдосконаленню структури передачі інформаційного потоку в ПТВ, враховуючи операції по підготовці цілісного маршруту слідування та три основні стадії агентування судна в порту (до прибуття судна в рейд, під час його стоянки та після відливання) [6].

У ході дослідження процесу організації відправок вантажів за кордоном виявлено ряд основних та додаткових факторів впливу технологічного характеру на виконання якісного перевезення товарів згідно розкладу та доставки вантажоодержувачу точно в строк [7]. У подальшому дані фактори можна систематизувати під кореляційні залежності для формування їх статистичних зв'язків.

Визначено ряд вузьких місць в системі передачі даних про міжнародний вантаж, основним із яких є відсутність уточнення даних чи надсилання інформаційного повідомлення у разі будь-яких змін стосовно руху судна з вантажем, до залізничних структур у різні моменти перевезення. На сьогодні порт отримує інформацію останній раз за 4 години, а станція, яка подає вагони під навантаження, згідно плану формування та плану-завдання, у кращому випадку за 24 години до прибуття тоннажу.

Для більш детального розгляду даного етапу в подальшому пропонується промодельовати систему передачі даних у різні моменти організації перевезення в країні відправника, здійснити це можна за допомогою мережі Петрі.

Такі питання є досить суттєвими і потребують вирішення, оскільки від того, наскільки якісно та своєчасно буде надходити інформаційний потік, на стільки продуктивною та безпростойною буде робота залізничних структур що обслуговують припортові зони по вивезенню вантажів, що прибувають.

Під час доставки вантажу в порт відбувається визначення та виконання необхідних операцій по прибуттю — це другий етап перевезення. Мінімізація витрат часу на роботу з вантажем, що прибув та на вивезення його з території порту досягається за рахунок формування найвигіднішого варіанту технологічної схеми переміщення товарів та їх узгодженого підведення до пунктів накопичення.

Одним із методів вирішення задач раціоналізації управління процесом просування вантажопотоків, виступає динамічне програмування [8]. Головними особливостями якого є багатоваріантність, етапність рішень та адитивність критерію.

За допомогою даного математичного інструменту можна:

- пошагово прослідити за станом процесу на різних етапах формування системи розподілу;
- визначити всі можливі стратегії процесу слідування міжнародних вантажопотоків;
- вибрати раціональну стратегію (найвигідніше рішення в цілому).

Для визначення залежностей задачі динамічного програмування та геометричної інтерпретації системи процесу організації імпортих та транзитних вантажопотоків при змішаних перевезеннях після прибуття судна з вантажем у порт, необхідно встановити основні параметри системи.

Нехай t — момент часу, в який розглядається задача по переміщенню вантажів, ($t=0, \dots, T$); A_i, B_i — множини початкових та кінцевих станів, (відповідно A_i — загальна характеристика вантажу, що прибув; B_i — загальна характеристика вантажу після проведення всіх операцій); Q_i — множина етапів перехідних точок, тобто від однієї множини допустимих станів до іншої; $x_t^{(n)}$ — вектор стану системи (множина усіх станів системи в момент часу $t = m$).

Тоді математична постановка задачі буде наступною: дана система матиме розвиток при послідовному переході з одного стану до іншого. Кожен наступний стан системи $x(t+1)$, що задається функцією f (перехід від $x(t)$ до $x(t+1)$) визначається вектором $x(t)$ та управлінням $u(t)$, що вибирається з множини можливих управлінь $x(t+1) = f\{x(t); u(t)\}$.

Тоді загальна функція матиме вид [8]

$$F\{x(u)\} = \sum_{m=0}^{T-1} Q_m\{x(m), x(m+1)\} \Rightarrow \min, \quad (1)$$

За умови

$$\begin{cases} x(m+1) = f\{x(m), u(m)\}, \\ x(m) \in X_m; x(0) = x_0, \\ u(m) \in U_m; m = 0, 1, \dots, T-1. \end{cases}$$

На даному етапі пропонується розглянути систему станів по переміщенню імпортих та транзитних вантажів у контейнерах, оскільки даний тип перевезення є одним з найбільш розвинених при змішаній доставці товарів [9]. Усі можливі параметри системи організації міжнародних контейнерних перевезень, враховуючи роботу контролюючих служб (адже це один із факторів несвоечасної доставки вантажів), наведено в табл. 2, де кожен наступний стан системи може бути варіантним продовженням одного з попередніх станів.

Геометрична інтерпретація задачі щодо визначення найвигіднішого переміщення вантажу по території порту від моменту прибуття судна до моменту його вивезення з портової території наведена на рис. 2.

Використовуючи дані з табл. 2 та структурну схему станів системи сформулюємо ряд функцій розподілу [10], наприклад, для початкової множини системи станів A_1

$$\begin{aligned} F_0 &= \{x_{t_1}^{(1)} \vee x_{t_1}^{(2)} \vee x_{t_1}^{(3)} \vee x_{t_1}^{(4)}\} = \\ &= \min[Q\{x_{t_1}^{(1)} \vee x_{t_1}^{(2)} \vee x_{t_1}^{(3)} \vee x_{t_1}^{(4)}\}; \\ &x_{t_2}^{(3)} \vee x_{t_2}^{(6)} \vee x_{t_2}^{(7)}\} + F_1\{x_{t_2}^{(3)} \vee x_{t_2}^{(6)} \vee x_{t_2}^{(7)}\} \Rightarrow \\ F_1 &= \{x_{t_2}^{(3)} \vee x_{t_2}^{(6)} \vee x_{t_2}^{(7)}\} = \\ &= \min[Q_1\{x_{t_2}^{(3)} \vee x_{t_2}^{(6)} \vee x_{t_2}^{(7)}\}; x_{t_3}^{(1)} \vee x_{t_3}^{(2)}\} + \\ &+ F_2\{x_{t_3}^{(1)} \vee x_{t_3}^{(2)}\} \Rightarrow F_2 = \{x_{t_3}^{(1)} \vee x_{t_3}^{(2)}\} = \\ &= \min[Q_2\{x_{t_3}^{(1)} \vee x_{t_3}^{(2)}\}]. \end{aligned} \quad (2)$$

Таблиця 2

Характеристика параметрів множин системи процесу організації міжнародних контейнерних перевезень

Дискретні множини часу (початкові моменти) та множини перехідних етапів	Множини допустимих станів системи та операції, що в ній виконуються
t_0 — прибуття судна з імпортним чи транзитним вантажем	$A_1(0)$ — імпортний чи транзитний вантаж, перевірка якого відбулася на борту судна під час руху (порушень не виявлено);
$\Delta(t_1; t_0)$ — період часу від моменту прибуття судна з вантажем у порт до моменту його перевантаження	$A_2(1)$ — імпортний чи транзитний вантаж, перевірка якого відбулася на борту судна під час руху (затримка контролюючими службами);
Q_0 — множина етапів від початкової множини до 1-го кроку з операціями по вивантаженню (перевантаженню)	$A_3(2)$ — імпортний чи транзитний вантаж без огляду контролюючими службами під час перевезення морськими шляхами;
t_1 — перевантаження (звантаження) вантажу в контейнерах з судна	$A_4(3)$ — вантаж, що підлягає «вибірковому» митному огляду (при достовірних даних)
$\Delta(t_2; t_1)$ — період від моменту перевантаження до перевірки вантажів контролюючими службами	1. Вантаж пройшов контроль на судні з позитивною відповіддю та вантаж, що лише підлягає огляду по прибуттю: $x_{t_1}^{(1)}(0, 2, 3)$ — перевантаження контейнерів на склад, тобто варіант зі складуванням контейнерів; $x_{t_1}^{(2)}(0, 1, 3)$ — перевантаження контейнерів на територію порту — контейнерний термінал (з подальшим переміщенням при необхідності на оглядовий майданчик); $x_{t_1}^{(3)}(0, 3)$ — перевантаження контейнерів за прямим варіантом «судно — вагон»; $x_{t_1}^{(4)}(0, 3)$ — перевантаження за прямим варіантом «судно — автомобіль» (автомобіль — контейнеровоз); $x_{t_1}^{(5)}(1, 2, 3)$ — перевантаження вантажу на оглядовий майданчик (для подальшого огляду).
Q_1 — множина етапів від 1-го до 2-го кроку періоду огляду вантажу та виконання супровідних операцій	2. Вантаж пройшов контроль на судні з подальшим затриманням: $x_{t_1}^{(6)}(1)$ — перевантаження контейнерів на ПОЗВ (пункт огляду затриманих вантажів)
t_2 — періоду огляду контейнерів та виконання супровідних операцій по переміщенню	Перевірка контролюючими службами за потребою, вивезення затриманих вантажів підведеним транспортом та не затриманих для формування вантажопотоків
$\Delta(t_3; t_2)$ — період від перевірки вантажів контролюючими службами до закінчення операцій по прибуттю	$x_{t_2}^{(1)}(2, 3)$ — на території контейнерного терміналу або складу; $x_{t_2}^{(2)}(1, 2, 3)$ — на оглядовому майданчику (при затриманні переміщення на ПОЗВ); $x_{t_2}^{(3)}(0, 2)$ — перевантаження зі складу на оглядовий майданчик; $x_{t_2}^{(4)}(1, 2, 3)$ — переміщення з території порту (контейнерний термінал) на оглядовий майданчик;
Q_2 — множина етапів від 2-го до 3-го кроку — закінчення операцій по прибуттю	$x_{t_2}^{(5)}(1)$ — повторний огляд на ПОЗВ; $x_{t_2}^{(6)}(0, 3)$ — перевантаження вантажу у вагони з подальшим вивезенням з портової території; $x_{t_2}^{(7)}(0, 3)$ — перевантаження вантажів на автомобілі з подальшим вивезенням з портової території
t_3 — момент закінчення операцій по прибуттю	Вивезення з портової території: $x_{t_3}^{(1)}(0, 2, 3)$ — з контейнерного терміналу (або складу) з навантаженням у вагони (на платформи);
$\Delta(t_4; t_3)$ — період від перевірки вантажів контролюючими службами до закінчення операцій по прибуттю	$x_{t_3}^{(2)}(0, 2, 3)$ — з контейнерного терміналу (або складу) з навантаженням на автомобілі; $x_{t_3}^{(3)}(1, 2, 3)$ — з оглядового майданчику (при відсутності претензій з боку контролюючих служб) на склад чи контейнерний термінал;
Q_3 — множина етапів від 3-го кроку до визначення останньої множини	$x_{t_3}^{(4)}(1, 2, 3)$ — з оглядового майданчику (або з терміналу) на ПОЗВ (при затриманні вантажу); $x_{t_3}^{(5)}(1)$ — вивезення затриманого вантажу з території ПОЗВ
t_4 — кінцевий момент часу — вивезення вантажу з портової території	$B_1(0, 1, 2, 3)$ — імпортний чи транзитний вантаж без затримання — вивезення у вагонах; $B_2(0, 1, 3)$ — імпортний чи транзитний вантаж без затримання — вивезення автомобілями; $B_3(1, 2, 3)$ — імпортний чи транзитний вантаж із затриманням однією з контролюючих служб; $B_4(1, 2, 3)$ — вантаж, що підлягає повторній перевірці (на території ПОЗВ)

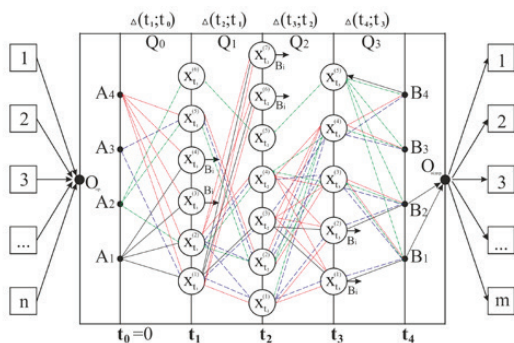


Рис. 2. Структурна схема станів системи переміщення вантажу по території порту від моменту прибуття судна до моменту вивезення його з портової території

Після формування найвигіднішого варіанту технологічної схеми виконання операцій з вантажем по прибуттю, за рахунок мінімізації затраченого часу, необхідно провести дослідження по узгодженому підведенню струменів вантажопотоків із місць зосередження до пунктів накопичення з подальшим вивезенням контейнерів, у даному випадку, залізничним транспортом.

У якості інструменту для вирішення поставленої задачі застосуємо імітаційний метод динамічного узгодження (І-МДУ). МДУ виробництва і транспорту розробив вчений Козлов П. А. на основі динамічної транспортної задачі з затримками (ДТЗЗ), надалі його широко використовували інші науковці вже в якості І-МДУ при дослідженні організації ефективності взаємодії залізничного і морського транспорту в ПТВ,

для підвищенні функціональної надійності залізничних станцій та інші [11].

Беручи за основу розробки відомий I-МДУ попередників, застосуємо даний метод для раціоналізації взаємодії морського та залізничного транспорту у якості організованого узгодження по підведенню вантажопотоків з місць зосередження для ритмічного відправлення вагонів з портової території з подальшим розподілом за напрямками. При цьому ускладнивши технологічний процес імітаційного аналогу МДУ імовірнісними характеристиками з метою можливості подальшого використання його в одному з фрагментів моделювання функціональної системи ПТВ.

Навантаження вагонів, які подаються на територію порту, здійснюється враховуючи той факт, що вантажопотік складається з декількох струменів переміщення вантажу з різних місць його зосередження (ПП – пряме перевантаження; СК – склад; КТ – контейнерний термінал; ОМ – оглядовий майданчик; ПОЗВ – пункт огляду затриманих вантажів). Структура надходження імпортного вантажу при навантаженні вагонів з частками вантажопереробки за різними варіантами наведена на рис. 3.

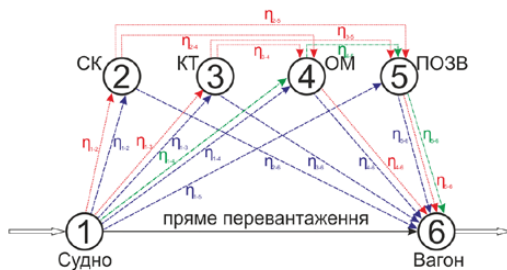


Рис. 3. Потіковий граф надходження струменів вантажу з місць їх зосередження

Характеристики часток вантажопереробки даного графу є такими: (η_{1-6}) – «судно – вагон»; $(\eta_{1-2} + \eta_{2-6})$ – «судно – склад – вагон»; $(\eta_{1-3} + \eta_{3-6})$ – «судно – контейнерний термінал – вагон»; $(\eta_{1-4} + \eta_{4-6})$ – «судно – оглядовий майданчик – вагон»; $(\eta_{1-5} + \eta_{5-6})$ – «судно –

ПОЗВ – вагон»; $(\eta_{1-2} + \eta_{2-4} + \eta_{4-6})$ – «судно – склад – оглядовий майданчик – вагон»; $(\eta_{1-2} + \eta_{2-5} + \eta_{5-6})$ – «судно – склад – ПОЗВ – вагон»; $(\eta_{1-3} + \eta_{3-4} + \eta_{4-6})$ – «судно – термінал – оглядовий майданчик – вагон»; $(\eta_{1-3} + \eta_{3-5} + \eta_{5-6})$ – «судно – контейнерний термінал – ПОЗВ – вагон»; $(\eta_{1-4} + \eta_{4-6} + \eta_{5-6})$ – «судно – оглядовий майданчик – ПОЗВ – вагон».

На рис. 4 показана загальна схема по узгодженому підведенню вантажопотоків, на якій наведені позначення індексних операцій та усі складові, що використовуються у даному процесі: моменти навантаження (у нашому випадку їх п'ять t_1, t_2, t_3, t_4, t_5), струмені вантажопотоків з різних місць портової території, тривалість подання контейнерів з місць накопичення, заявки за п'ятьма індексними операціями та операції відповідно заявкам.

У заданому ритмі навантаження формується черга із заявок на виконання операцій. Після проведення кожної дії по перевантаженню вантажу із заданих місць, перевіряється наявність умови та можливості для продовження черговості подач, що задається імовірнісними подіями. При позитивній відповіді до черги входить наступна заявка по виконанню операцій з часом закінчення попередньої. Заявки в черзі упорядковуються згідно часу, віддаючи пріоритетність вантажам, які потребують вивезення з території порту більше за інших (по строкам доставки, умовам зберігання та ін.) [11].

Технологічний ланцюг кожного з можливих струменів буде з різною тривалістю часу затраченого на переміщення на навантажувально-розвантажувальні операції.

Імовірнісні події, які задаються згідно струменів вантажопотоків, характеризуються властивостями найпростішого потоку подій, що виражається формулою Пуассона [12]. Загальний її вид наступний

$$P_t(k) = (\lambda t)^k \cdot e^{-\lambda t} / k!, \tag{3}$$

де t – проміжок часу під час якого розглядається одна з заявок подавання вантажу з різних місць; k – події надходження вантажу із різних місць зосередження під завантаження вагонів у місцях накопичення у певні проміжки часу; λ – інтенсивність потоку, тобто середнє число подій (k).

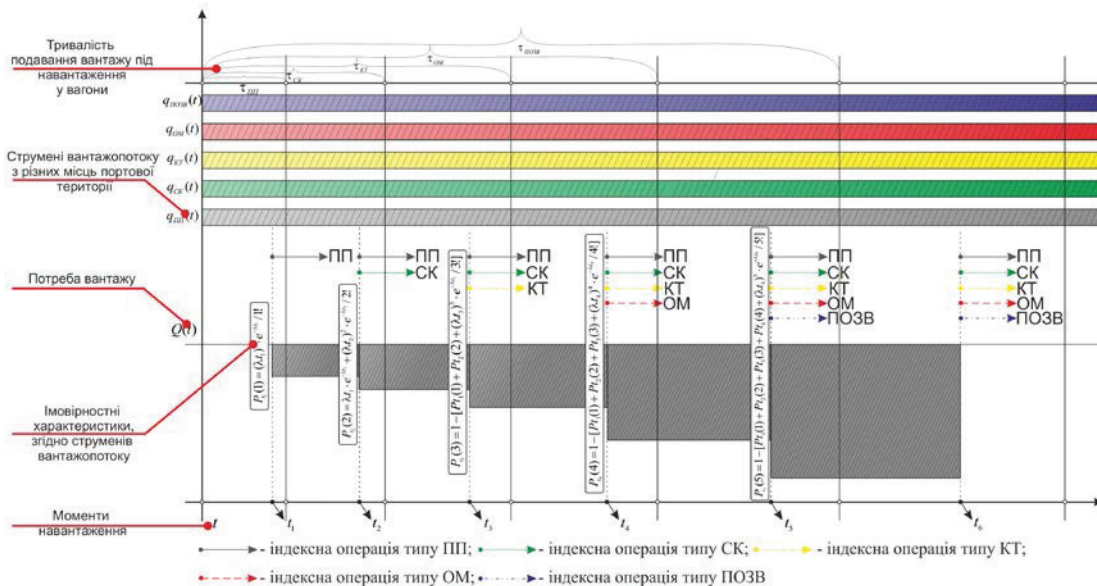


Рис. 4. Схема узгодженого підведення вантажопотоків з місць їх зосередження під навантаження у вагони

У залежності від типів струменів вантажопотоків та подальшого їх накопичення в різні проміжки часу по лінії черговості надходження заявок та їх виконання, імовірнісні події на кожному з етапів проведення операцій представлені на рис. 4.

Таким є другий етап просування міжнародних вантажопотоків, по закінченні якого вагони навантажені, згідно плану-завдання, враховуючи першочерговість подач вивезення, з найвигіднішим варіантом переміщення та мінімізацією затрат часу.

Переходячи до третього етапу процесу слідування вантажів, а саме прямування міжнародних вантажопотоків у середині ПТВ, починати дослідження необхідно з огляду роботи конкретної припортової вантажної станції (ПВС), із метою визначення особливостей її функціонування, враховуючи той факт, що ПВС виступає в ролі зв'язуючого елемента між портовою системою обслуговування міжнародних вантажопотоків та організації розподілу вагонопотоків залізничної інфраструктури у середині ПТВ, включаючи підведення вагонів під навантаження з ПТВ через ПВС до порту. Усе це дає можливість більш досконало дослідити процес переміщення товарів з формуванням вагонопотоків при подальшій організації їх у поїзди.

З метою підвищення пропускної та переробної спроможності дільниць ПТВ, пропонується розробити план розподілу вагоно- та вантажопотоків у середині вузла за визначенням районів «надлишкового» та «дефіцитного» зосередження вагонів та вантажів, враховуючи умови взаємодії морського та залізничного транспорту.

Далі, за можливими напрямками, згідно Порядку направлення вагонопотоків та організації їх руху у вантажні поїзди на залізничних станціях України [13], необхідно прикріпити «дефіцитні» райони вузла за «надлишковими», із подальшим визначенням основних зв'язків між станціями і портом, станціями між собою, а також спільні напрямки вантажопотоків. Постановка такого завдання та хід його виконання підходить під вирішення задач по оптимальному освоєнню перевезень [14].

Виходячи з представленого розподілу переробки міжнародних вантажопотоків при організації змішаних перевезень та проведеного дослідження, розділивши весь процес на періоди з граничними елементами, було запропоновано способи вдосконалення на кожному з етапів, що дозволить підвищити ефективність роботи суміжних видів транспорту (морського і залізничного) та припортового транспортного вузла в цілому.

5. Висновки

Проведено аналіз сучасного стану розвитку ПТВ. Досліджено систему організації міжнародних вантажопотоків на різних етапах прямування, з визначенням задач по вдосконаленню, можливих способів їх вирішення та за допомогою яких інструментаріїв можна досягти потрібних результатів. У результаті проведених досліджень запропоновано ряд удосконалень на кожному етапі переробки імпортих та транзитних вантажів.

Література

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. — Загол. з екрана.

2. Железнодорожные станции и узлы [Текст] / В. М. Акулиничев, Н. В. Правдин, В. Я. Болотный, И. Е. Савченко. — М. : Транспорт, 1992. — 480 с.
3. Про схвалення Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року [Текст] : розпорядження Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. N 1555-р // Урядовий кур'єр. — 2009. — 22 грудня. — С. 16.
4. Закон и норматив [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.licasoft.com.ua/index.php/component/lica/?href=0&view=text&base=1&id=797457&menu=1>. — Загол. з екрана.
5. Бельченко, Т. Загрозлива диспропорція [Текст] / Т. Бельченко // Магістраль. — 2011. — № 42(1625). — С. 6.
6. Чеботаренко, А. Агентирующие судна в порту [Текст] / А. Чеботаренко, Н. Мирошниченко // Комментарии и обзоры. — 2012. — № 13. — С. 62–70.
7. Науковий потенціал 2013 [Текст] : матеріали дев'ятої Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф., 25–27 березня 2013 р. : збірник тез доповідей / Київ : ТОВ «ТК Меганом», 2013. — С. 44–46.
8. Акулиничев, В. М. Математические методы в эксплуатации железных дорог [Текст] / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, А. Н. Корешков. — М. : Транспорт, 1981. — 223 с.
9. Світлична, С. О. Аналіз сучасного стану технології переробки міжнародних контейнерних вантажопотоків в українських портах [Текст] / С. О. Світлична // Збірник УкрДАЗТ. — 2012. — Випуск 131. — С. 67–73.
10. Світлична, С. О. Теоретичні основи дослідження організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях [Текст] / С. О. Світлична // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной науч.-практ. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2013». — Выпуск 1. Том 1. — Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. — С. 12–16.
11. Козлов, П. А. Методы оптимизации взаимодействия железнодорожного и морского транспорта [Текст] / П. А. Козлов, И. П. Владимирская // Транспорт Российской Федерации. — 2008. — № 20. — С. 53–55.
12. Акулиничев, В. М. Применение математических методов и вычислительной техники в эксплуатации железных дорог [Текст] / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцева, П. А. Шульженко. — М. : «Транспорт», 1973. — 208 с.
13. Порядок направлення вагонопотоків та організації їх руху у вантажні поїзди на залізницях України на 2012–2013 рр. (План формування поїздів) [Текст] / Державна адміністрація залізничного транспорту України Укрзалізниця. — Київ, 2012. — 698 с.
14. Габасов, Р. Конструктивные методы оптимизации. Ч. 3. Сетевые задачи [Текст] / Р. Габасов, Ф. М. Кириллова, О. И. Костюкова // Мн. : «Университетское», 1986. — 224 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭТАПОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ГРУЗОПОТОКОВ ПРИ СМЕШАННЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Проведен анализ современного состояния развития взаимосвязи морских торговых портов и железнодорожных станций примыкания припортовых транспортных узлов Украины. Исследована система организации международных грузопотоков при смешанных перевозках на всех этапах переработки грузов. В результате проведенных исследований предложен ряд усовершенствований на каждом из этапов переработки импортных и транзитных грузов.

Ключевые слова: припортовый транспортный узел (ПТУ), морской торговый порт (МТП), припортовая железнодорожная станция (ПЖС).

Альошинський Євген Семенович, доктор технічних наук, професор, кафедра транспортних систем та логістики, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна.

Світлична Софія Олександрівна, аспірант, кафедра транспортних систем та логістики, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна, e-mail: sofya.svetlichnaya@mail.ru.

Виборнова Юлія Юрійівна, кафедра транспортних систем та логістики, Українська державна академія залізничного транспорту, Україна.

Алешиинский Евгений Семенович, доктор технических наук, профессор, кафедра транспортных систем и логистики, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Украина.

Светличная София Александровна, аспирант, кафедра транспортных систем и логистики, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Украина.

Выборнова Юлия Юрьевна, кафедра транспортных систем и логистики, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Украина.

Alyoshynsky Eugene, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine.

Svitlichna Sofiya, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine, e-mail: sofya.svetlichnaya@mail.ru.

Vybornova Yuliya, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine

УДК 621.396.96

**Антипов И. Е.,
Бондарь Е. Ю.,
Шкарлет А. И.**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТЕОРНОЙ РЛС С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ЕЕ РАБОТЫ

В статье предложена структура модели, которая включает в себя как параметры наземной исследовательской аппаратуры Метеорной Автоматизированной Радиолокационной Системы, так и модель метеорного радиоотражения. Рассмотренная модель реализована в виде компьютерной программы. От существующих она отличается учетом изменения амплитуды сигнала в процессе формирования следа и возможностью моделирования метеорного распространения радиоволн на «сверхкороткие» трассы.

Ключевые слова: метеорный след, модель метеорного радиоотражения

1. Введение

С 50-х годов прошлого века в Харькове начались метеорные наблюдения с помощью радиолокационных станций, а с 1966 наблюдения продолжались с использованием специально созданной для этих целей Метеорной Автоматизированной Радиолокационной Системы (МАРС) [1].

МАРС обладает значительным энергетическим потенциалом и высокой чувствительностью, что позволило в ходе многолетних непрерывных наблюдений получить уникальные научные результаты, на основе которых был создан каталог метеорных орбит. В состав комплекса МАРС входит также автоматический угломер, позволяющий исследовать ветры в верхней атмосфере. Работы в этом направлении проводились с 1975, в том числе, по международным программам, одной из последних была программа INTAS (1998–1999 гг.).

Во время включения в 2006 году изучалась возможность сверхдальнего метеорного распространения радиоволн [2, 3].

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Следует признать, что, будучи созданным около 50 лет назад, комплекс МАРС в некоторой мере устарел. Следует выделить:

— несовершенную с современной точки зрения систему регистрации. В 60–70 годы регистрация осу-

ществлялась на фотопленку с последующей ручной обработкой. Из-за того, что автоматизация процесса была достаточно затруднена, часть материалов до сих пор не обработана [4];

— низкий КПД передатчика и, как следствие, значительная потребляемая мощность делают регулярную эксплуатацию комплекса достаточно дорогостоящей;

— недостаточная электромагнитная совместимость с возникшими в последние десятилетия аппаратурой связи и телевидения приводит к взаимным помехам;

— из-за относительно низкой рабочей частоты (27 МГц, а затем 31,1 МГц) в летние месяцы имеют место помехи, вызванные отражениями от ионосферы (т. н. ВНЗ [5]);

— устаревшая элементная база затрудняет ремонт и обслуживание аппаратуры.

3. Цель и задачи исследования

Необходимость продолжать метеорные исследования с одной стороны, и невозможность делать это на существующем оборудовании, с другой приводят к необходимости модернизации комплекса с учетом новых задач и новых возможностей.

Но простой переход на новую элементную базу без учета изменившихся условий работы и новых задач исследования нецелесообразен. Необходимо пересмотреть ряд параметров существующей аппаратуры (рабочая частота, форма и длительность импульса, период повторения, размещение выносных пунктов, порядок