

УДК 656.615.078.111/.117

А.О. Мурад'ян

**МОДЕЛЮВАННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВАЛКИ ВАНТАЖІВ
У ЗАГАЛЬНОТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛАХ**

У статті вперше запропонована постановка задачі оптимізації процесу перевалки вантажів у транспортних вузлах, заснована на логістичній концепції «точно в строк», визначений конструктивний підхід до моделювання задачі й наведені її оригінальні економіко-математичні моделі із вказівкою методів реалізації.

Ключові слова: загальнотранспортні вузли, процес перевалки вантажів (ППВ), постановка задачі управління ППВ, моделі оптимізації ППВ-детермінована, в умовах ризику й невизначеності.

В статье впервые предложена постановка задачи оптимизации процесса перевалки грузов в транспортных узлах, основанная на логистической концепции «точно в срок», определен конструктивный подход к моделированию задачи и приведены ее оригинальные экономико-математические модели с указанием методов реализации.

Ключевые слова: общетранспортные узлы, процесс перевалки грузов (ППВ), постановка задачи управления ППВ, модели оптимизации ППВ-детерминированная, в условиях риска и неопределенности.

In article the problem definition of optimization of cargo transfer process in transport hub, based on logistic conception «just in time» is offered for the first time, the constructive approach to modeling of a task is defined and are provided its original economic-mathematical models with the indication of methods of realization.

Keywords: transport hubs, the cargo transfer process (CTP), a problem definition of management of (CTP), models of optimization of cargo transfer process-determined, in the conditions of risk and uncertainty.

Актуальність теми. Сучасний етап розвитку науки управління транспортом характеризується націленістю на збагачення теорії й методів управління комплексами сполучених транспортних систем методологічним інструментарієм ринкової економіки. У додатку до загальнотранспортних вузлів (ЗТВ) дана констатація означає, що раніше сформована концепція формування механізму управління ЗТВ, включаючи управління процесом перевалки вантажів (ППВ), що передбачає використання обчислювального арсеналу класичної теорії управління, має бути радикально перетвореною. При цьому на початковому етапі такого роду перетворення найбільш актуальним є пророблення питань, пов'язаних з моделюванням завдання оптимізації ППВ в ринковій постановці як ключового елемента процесу функціонування ЗТВ, чому присвячується ця стаття.

© Мурад'ян А.О., 2014

Ступінь вивченості проблеми. Протягом останніх 10-15 років був виконаний ряд досліджень, присвячених критичному аналізу сучасного стану згаданих вище питань [1-4 та ін.]. При цьому було встановлено й в [5] показано, що в цей період намітилася стійка тенденція в прагненні дослідників використати при розробці проблем організації управління ЗТВ поряд із традиційними підходами класичної теорії управління також можливості теорій, що залишалися в тіні, взаємодіючих систем, морфологічного й когнітивного моделювання, побудови фреймових моделей, системного програмування й мультиагентної оптимізації. Однак ці ініціативи поки не привели до створення методів управління ЗТВ, що враховують умови роботи транспорту в ринковому середовищі й обладують науковою новизною. Таке твердження повною мірою поширюється й на задачу оптимізації ППВ, дослідження якої усе ще залишається в зародковому стані.

Наведені відомості підтверджують актуальність теми даної публікації й необхідність її подальшого поглибленого пророблення.

Задача дослідження. Виходячи з вищевикладеного, загальна мета дійсної роботи зв'язується з обґрунтуванням підходу до оптимізації й моделювання ППВ у постановці, адекватній механізму забезпечення погодженого управління ЗТВ у сучасних ринкових умовах.

Основні результати. Відповідно до поставленої вище мети дійсного дослідження обговоримо спочатку найважливіші передумови розгляду завдання управління ППВ в оптимальній постановці, а потім перейдемо до її моделювання з обліком практично реального інформаційного забезпечення процесу проходження вантажів і транспортних засобів через ЗТВ.

Вихідні положення. Приступаючи до постановки розглянутого завдання, будемо виходити із принципу, який затверджує, що ефективність управління ППВ прямо залежить від ступеня досконалості економіко-математичної моделі цього процесу як умови й засоба його оптимізації. При цьому будемо враховувати, що ключову роль у побудові моделі грає вибір критерію оптимальності, який гарантує досягнення необхідного рівня результативності ППВ. В нашому випадку критерій оптимізації ППВ необхідно конструювати з позицій, які відповідають, з одного боку, природі ринкових відносин в економіці й, з іншого боку, практиці регулювання взаємин між суб'єктами ЗТВ й їхніми контрагентами в особі власників вантажів і транспортних засобів.

Обидва охарактеризованих фактора націлюють на універсальний ринковий критерій, тобто на максимізацію прибутку від реалізації ППВ із використанням виробничих ресурсів всіх діючих у ЗТВ суб'єктів. Однак, у силу того, що на етапі оперативного управління всі дохідні ставки (тарифи, плати, збори) по всіх операціях ППВ є константами (відповідно до норм угод між суб'єктами ЗТВ), як критерій оптимізації ППВ варто прийняти мінімум витрат на здійснення ППВ, включаючи витрати на обслуговування вантажопотоків і транспортних засобів, а також на зміст

виробничих ресурсів. Така орієнтація представляється цілком коректною в силу того, що обидві складові зазначених витрат піддаються варіації (по вантажопотокам, що перевалюються, технологічним схемам освоєння кожного вантажопотоку, режимам використання виробничих ресурсів порту й станції та ін.) при обов'язковому забезпеченні пропускної здатності вантажних фронтів без зміни їхньої технічної оснащеності.

Підкреслимо, що остання умова грає надзвичайно важливу роль у постановці й моделюванні обговорюваного завдання, тому що «працює» на підвищення ймовірності забезпечення проходження вантажів і транспортних засобів через ЗТВ у строки, передбачені угодами між суб'єктами ЗТВ і закріплені в нормах «Єдиного технологічного процесу роботи транспортного вузла», що повністю відповідає концепції «точно в строк». А це означає, що запропонований критерій оптимізації ППВ може розглядатися як загальна мета функціонування ЗТВ, що відповідає інтересам кожного суб'єкта транспортного вузла. Одночасно ця умова є вигідною і для транспортної клієнтури в силу того, що мінімізує ймовірність зриву її контрактних зобов'язань перед контрагентами, завдяки чому підвищується в її сприйнятті привабливість й, виходить, конкурентоздатність ЗТВ.

Відзначимо, що охарактеризований критерій оптимізації ППВ повністю узгоджується із запропонованим нами в [5] критерієм й є його природним узагальненням.

Настільки ж важливу роль у постановці й моделюванні обговорюваного завдання грає фактор якості інформації про вантажопотоки і транспортні засоби, що направляються у ЗТВ. Як показано в [6], на сучасному етапі цей фактор необхідно розглядати з позицій створення автоматизованої системи інформаційного забезпечення взаємодії суб'єктів ЗТВ із виділенням спеціальних полігонів взаємодії – далеких, середніх й ближніх з передачею з них у ЗТВ відповідно до попередньої, уточненої й остаточної інформації про переміщення вантажів і транспортних засобів. При цьому (див рис. 1) границями далеких полігонів (П-Д) є моменти початку перевезення вантажів «першим» видом магістрального транспорту (MT_1) після доставки їх промисловим транспортом відправників вантажів – виробників продукції (ВТВ) для перевалки на магістральний транспорт в «першому» транспортному вузлі ($ЗТВ_1$) і завершення перевезення вантажів «передостаннім» видом магістрального транспорту ($MT_{\omega-1}$); середні полігони (П-С) обмежуються моментами початку перевалки вантажів в «передостанньому» транспортному вузлі ($ЗТВ_{\omega-1}$) і моментом закінчення перевезення вантажів «останнім» видом магістрального транспорту (MT_{ω}); границі ближніх полігонів збігаються з моментами початку-закінчення перевалки вантажів в «останньому» транспортному вузлі ($ЗТВ_{\omega}$) «останнього» виду магістрального транспорту (MT_{ω}) на промисловий транспорт одержувачів вантажів-споживачів продукції (ПТО).

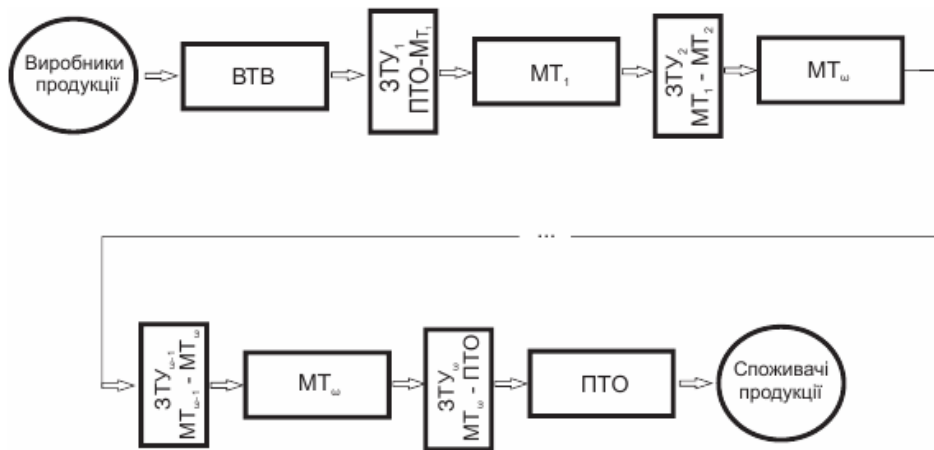


Рис. 1. Модель інформаційної взаємодії суміжних видів транспорту

Відзначимо, що при такому підході забезпечується послідовне підвищення якості інформації про вантажопотоки і транспортні засоби, що направляються у ЗТВ. Дійсно, зазначена інформація в далеких полігонах взаємодії звичайно відрізняється гранично низькою якістю, у середніх полігонах – її якість, як правило, підвищується, а в ближніх погонах – ця інформація має найбільш високу якість. Ці обставини обумовлює можливість моделювання ППВ як завдання оптимізації вантажоперевалювального процесу, розглянутого в умовах невизначеності (для далеких полігонів), в умовах ризику (для середніх полігонів) і в детермінованій постановці (для ближніх полігонів).

Постановка задачі. Розглянемо спочатку детермінований варіант задачі оптимізації ППВ у статичній постановці. Припустимо, що протягом деякого інтервалу часу, (наприклад, обліково-звітного періоду, прийнятого спільно портом і станцією), розбитого на рівні відрізки (тривалістю наприклад, по одній годині), необхідно реалізувати ППВ шляхом переміщення в межах ЗТВ певних обсягів вантажопотоків (наприклад, що відповідають завантаженню залізничних вагонів, або магістральних автомобілів, або судновим партіям) по заздалегідь прийнятим організаційно-технологічним варіантам (ОТВ).

Введемо поняття «виробничих зон», під якими будемо мати на увазі комплекси стаціонарних і мобільних технічних засобів, призначених для обслуговування вантажів і транспортних засобів.

При цьому в якості виробничих будемо розглядати зони, обладнані на припортовій залізничній станції (шляхи – головний, приймально-відправний, відстійні й сполучні з портом), у порту (виставочні залізничні колії, вантажні фронти – кордоні, тилові, складські) і поблизу порту (транзитно-вантажні термінали для обслуговування магістральних автомобілів).

Умовимося, що ППВ характеризується двома показниками – питомими витратами на обслуговування вантажопотоків і транспортних засобів і питомими витратами на утримання зон.

Відзначимо, що перший із зазначених показників є в загальному випадку змінною величиною в силу того, що його складова по транспортних засобах, залишаючись постійною величиною (тарифом) протягом нормативного часу, починає прогресивно зростати. Це обставина в сполученні з ідеєю штрафних функцій [7] дозволяє представити закон зміни показника питомих витрат на обслуговування вантажопотоків і транспортних засобів у вигляді ступінчастого графіка так, як показано на рис. 2 для деякого гіпотетичного прикладу.

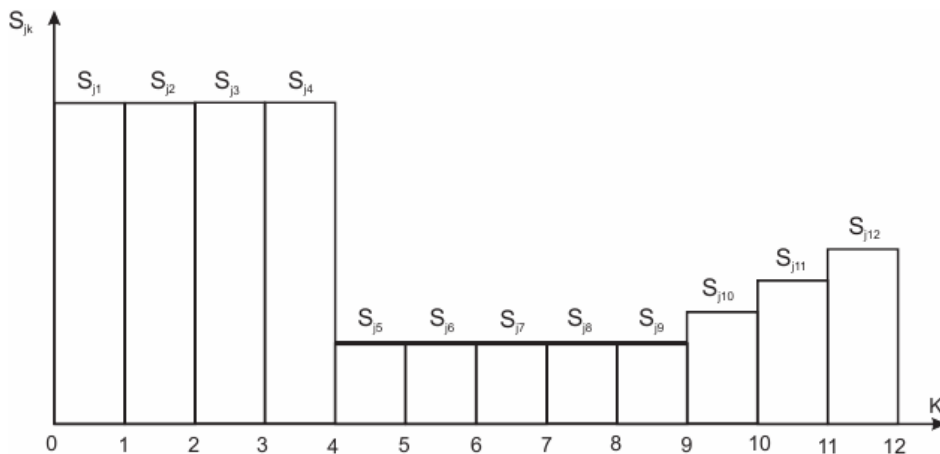


Рис. 2. Графік зміни питомих витрат по реалізації ППВ

Позначенням на рис. 2 відповідають: k – шифр відрізка часу тривалістю одна година як частини роботи зміни ЗТВ ($k=\overline{1, 12}$); S_{jk} – питомі витрати по ППВ для деякого вантажопотоку протягом k -го відрізка часу.

Як видно з рис.2, у розглянутому прикладі j -й вантажопотік разом із транспортним засобом необхідно обслужити протягом п'яти годин – з п'ятої по дев'яту ($k=\overline{5, 9}$) при мінімальних значеннях показника витрат S_{jk} . При цьому протягом перших чотирьох годин ($k=\overline{1, 4}$) ППВ не слід робити (через, наприклад, неприбуття в порт вантажу), що передбачається умовою $S_{j1} = S_{j2} = S_{j3} = S_{j4} \gg S_{j5} = S_{j6} = S_{j7} = S_{j8} = S_{j9}$, а у випадку недотримання нормативних умов, тобто переходу ППВ на дев'яту і наступні години починається зростання показника питомих витрат за законом $S_{j5} = \dots = S_{j9} < S_{j10} < S_{j11} < S_{j12}$.

Точно так само можна показати, що й показник витрат на утримання виробничих зон змінюється в часі, на що зверталася увага вище.

Перейдемо до формалізації обговорюваної задачі і введемо необхідні позначення при суцільній нумерації варійованих величин.

Відомі величини (задані константи):

i – шифр виробничих зон для обслуговування вантажопотоків ($i = \overline{1, m}$);

j – шифр вантажопотоків, що обслуговуються ($j = \overline{1, n}$);

k – шифр проміжку часу розглянутого інтервалу управління ($k = \overline{1, r}$);

T_{ik} – резерв робочого часу i -ї зони протягом k -го відрізка часу;

a_{ijk} – питома ресурсомісткість обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні протягом k -го відрізка часу;

\underline{X}_{ijk} та \overline{X}_{ijk} – відповідно мінімальний і максимальний обсяги j -го вантажопотоку, які необхідно обслужити в i -й зоні протягом k -го відрізка часу;

\underline{t}_{ijk} та \overline{t}_{ijk} – відповідно мінімально й максимально припустимий час використання i -ї зони для обслуговування j -го вантажопотоку протягом k -го відрізка часу;

s_{ijk} – питома собівартість обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні протягом k -го відрізка часу;

c_{ik} – питома витрати на утримання i -ї зони протягом k -го відрізка часу.

Невідомі величини (керовані змінні):

x_{ijk} – обсяг обслуговування j -го вантажопотоку в i -й зоні протягом k -го відрізка часу;

t_{ijk} – час використання i -ї зони для обслуговування j -го вантажопотоку протягом k -го відрізка часу.

Залежності між відомими й невідомими величинами характеризуються в такий спосіб – обсяги освоєння вантажопотоків і показники використання виробничих зон повинні відповідати заздалегідь заданим границям їхньої зміни, тобто

$$\left. \begin{aligned} \underline{X}_{ijk} \leq X_{ijk} \leq \overline{X}_{ijk}, \quad j = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}; \\ \underline{t}_{ijk} \leq t_{ijk} \leq \overline{t}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

– використання робочого часу виробничих зон визначається ресурсоемістю освоєння вантажопотоків, тобто

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{ijk} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r a_{ijk} X_{ijk}; \quad i = \overline{1, m}; \quad (2)$$

дотримання обмеження на використання робочого часу виробничих зон, тобто

$$\sum_{j=1}^n t_{ijk} \leq T_{ik}, \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, r}; \quad (3)$$

– підсумовування загальних витрат на реалізацію ППВ на обслуговування вантажопотоків і зміст виробничих зон, тобто

$$R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r s_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{ik} t_{ijk}. \quad (4)$$

Зазначимо, що співвідношення (1)-(4) є основою для побудови економіко-математичних моделей задачі оптимізації ППВ для всіх згаданих вище випадків її постановки.

Моделювання задачі. Представляється очевидним, що в детермінованому випадку модель оптимізації ППВ може бути представлена сукупністю наведених вище співвідношень з деяким перетворенням умови (2), тобто у вигляді наступної системи:

$$R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r s_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{ik} t_{ijk} - \min; \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{ijk} = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ijk} \leq T_{ik}, \quad i = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, r}; \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \underline{x}_{ijk} \leq x_{ijk} \leq \overline{x}_{ijk}, \quad j = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}; \\ \underline{t}_{ijk} \leq t_{ijk} \leq \overline{t}_{ijk}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, r}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Модель (5)-(8) відповідає задачі лінійного програмування, для вирішення якої може використовуватися широко відомий пакет «Пошук рішення» Excel.

Звернемося тепер до випадку відшукування варіантів оптимізації ППВ в умовах ризику, тобто коли параметри s_{ijk} та c_{ik} трактуються як випадкові величини з відомими статистичними характеристиками. У цьому зв'язку зазначимо, що на сучасному етапі приділяється підвищена увага так званому операційному ризику, під яким розуміється ризик діяльності підприємства, обумовлений невизначеністю стану і функціонуванням його внутрішнього середовища під впливом як зовнішніх, так і внутрішніх факторів [8]. У додатку до ЗТВ операційний ризик природним чином пов'язується з невисокою якістю інформації про терміни прибуття транс-портних засобів та вантажів із зазначенням найменувань і кількості останніх, а також про реалізації ППВ, що в сукупності веде до неможливості однозначного завдання показників S_j й C_i . Будемо вважати, що ці

показники є випадковими величинами з відомими їхніми очікуваними значеннями й стандартними відхиленнями. При такій умові з'являється можливість прийняття рішень по управлінню ППВ в умовах ризику й невизначеності.

Слідуючи цій орієнтації, побудуємо економіко-математичну модель оптимізації ППВ в умовах ризику, трактуємого як охарактеризований вище операційний ризик. З метою спрощення записів, але без порушення спільності формулюючих тверджень, перейдемо до усереднених значень величин, які характеризують ППВ – об'ємів вантажопотоків (по зонам та по інтервалу управління в цілому), часу використання виробничих зон (за вантажопотоками та інтервалами управління) і введемо для них відповідні позначення:

T_i – резерв робочого часу i -ї зони;

a_{ij} – ресурсомісткість обслуговування j -го вантажопотоку у i -й зоні;

\underline{x}_j та \bar{x}_j – співвідношення мінімального й максимального обсягу j -го планового вантажопотоку;

\underline{t}_i та \bar{t}_i – мінімальний й максимальний допустимий час

використання i -ї зони;

x_j – плановий обсяг обслуговування j -го вантажопотоку;

t_i – плановий час використання i -ї зони;

s_j – середня питома собівартість обслуговування j -го вантажопотоку;

c_i – середня величина питомих витрат на утримання i -ї зони.

Зазначимо, що при трактуванні показників S_j та C_i у якості випадкових величин витрати по реалізації ППВ R являють собою також випадкову величину, характеристики якої визначаються статистичними характеристиками цих параметрів, а саме:

очікуваним значенням

$$\bar{R} = \sum_{j=1}^n \bar{s}_j \bar{x}_j + \sum_{i=1}^m \bar{c}_i \bar{t}_i; \quad (9)$$

дисперсією

$$\sigma^2(R) = \sum_{j=1}^n \sigma_j^2 \bar{x}_j^2 + \sum_{i=1}^m \delta_i^2 \bar{t}_i^2, \quad (10)$$

де σ_j та δ_i – середньоквадратичні відхилення відповідно до витрат на освоєння й утримання виробничих зон вантажопотоків і часу використання виробничих зон.

Зазначимо також, що у теорії ризику звертається увага на залежність прийнятих управлінських рішень від характеру відносин системи управління (особи, що приймає рішення) до ризику, яке може бути нейтральним, або прямо протилежним [9]. При цьому характер ставлення до ризику у формальному плані визначається функцією очікуваної ефективності прийнятих рішень, яка (функція) може бути: лінійною, що

зв'язується з нейтральним ставленням до ризику; опуклою, що припускає схильність до ризику; ввігнутою, що відповідає відсутності схильності до ризику. Ці обставини означають, що у випадку нейтрального ставлення до ризику оптимізаційні задачі можна вирішувати в детермінованій постановці з використанням однокритеріальних моделей, що передбачають забезпечення екстремальних значень як оптимізаційного показника, так і його середньоквадратичного відхилення.

Спираючись на охарактеризовані положення теорії ризику, побудуємо відповідні економіко-математичні моделі задачі оптимізації ППВ, використовуючи наведені вище усереднені значення показників витрат по вантажопотокам і виробничим зонам. Очевидно, що при нейтральному відношенні до ризику дана модель буде в структурному плані відповідати схемі (5)-(8), тобто мати вигляд:

$$\bar{R} = \sum_{j=1}^n \bar{s}_j x_j + \sum_{i=1}^m \bar{c}_i t_i - \min; \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - t_i = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} \leq T_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (13)$$

$$\left. \begin{array}{l} \underline{x}_j \leq x_j \leq \bar{x}_j, \quad j = \overline{1, n}; \\ \underline{t}_i \leq t_i \leq \bar{t}_i, \quad i = \overline{1, m}. \end{array} \right\} \quad (14)$$

У разі, коли ставлення до ризику відрізняється від нейтрального, необхідно переходити, як зазначалося вище, до двокритеріальної задачі, модель якої записується наступним чином:

$$\bar{R} = \sum_{j=1}^n \bar{s}_j x_j + \sum_{i=1}^m \bar{c}_i t_i - \min; \quad (15)$$

$$\sigma^2(R) = \sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2 + \sum_{i=1}^m \delta_i^2 t_i^2 - \max(\min); \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - t_i = 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} \leq T_i, \quad i = \overline{1, m}; \quad (18)$$

$$\left. \begin{array}{l} \underline{x}_j \leq x_j \leq \bar{x}_j, \quad j = \overline{1, n}; \\ \underline{t}_i \leq t_i \leq \bar{t}_i, \quad i = \overline{1, m}. \end{array} \right\} \quad (19)$$

Відмітимо, що рішення (16)-(19) відшукується на множині розв'язків задачі оптимізації ППВ, оптимальних за Парето [10].

Зазначимо також, що оптимізаційна спрямованість показника дисперсії витрат $\sigma^2(R)$ визначається характером відносин управляючої системи до ризику: якщо система схильна до ризику, то дисперсію витрат необхідно максимізувати; в іншому випадку – цей показник підлягає мінімізації.

Для пошуку оптимального рішення задачі управління ППВ з використанням охарактеризованих моделей можуть бути застосовані методи багатокритеріальної оптимізації, описані, наприклад, в [10, 11]. І, нарешті, досліджуємо ситуацію, коли ППВ необхідно оптимізувати в умовах невизначеності, тобто в ситуації, коли параметри \bar{S}_j та \bar{C}_i визначаються лише з точністю до деяких заздалегідь фіксованих діапазонів їх зміни, а саме

$$\left. \begin{array}{l} \underline{x}_j \leq x_j \leq \bar{x}_j, \quad j=1, n; \\ \underline{t}_i \leq t_i \leq \bar{t}_i, \quad i=1, m. \end{array} \right\} \quad (20)$$

Скориставшись критерієм Вальда, який забезпечує, як відомо, найкращий результат при найгірших поєднаннях параметрів задачі, приходимо до моделі оптимізації ППВ виду

$$\min_{(s,c) \in B} R(x,t,s,c) \xrightarrow{(x,t) \in D} \min, \quad (21)$$

де $x = (x_1, \dots, x_n)$ та $t = (t_1, \dots, t_m)$ – допустимі плани відповідно обслуговування вантажопотоків і транспортних засобів і використання виробничих зон;

B – безліч, яка відповідає діапазонам можливої варіації параметрів $s = (s_1, \dots, s_n)$ та $c = (c_1, \dots, c_m)$;

D – безліч допустимих планів.

Дана задача відноситься до класу задач оптимізації, методи рішення яких ґрунтуються на методологічному інструментарії теорій рішень і матричних ігор. Як підкреслюється [11], такі методи передбачають перехід від максимінної до задачі мінімаксної (і навпаки) і є особливо корисними в ситуаціях, коли виявляється можливим виявити прогностичні тенденції в динаміці некерованих параметрів розглянутого процесу. Це дозволяє ввести в модель оптимізованого процесу додаткові співвідношення, які відображають зазначені тенденції, і, завдяки цьому, забезпечити «розв'язуваність» задачі.

Висновок. Узагальнення вищевикладеного дозволяє зробити висновки, що запропоновані в даній статті економіко-математичні моделі в єдності з методами їх реалізації можуть бути покладені в основу методики оптимізації ППВ при оперативному управлінні ЗТВ. Робота в такому напрямку проводиться автором на кафедрі «Експлуатація морських пор-тів» Одеського національного морського університету в контакті з працівниками Одеського порту та залізничної станції «Одеса-порт».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Куренков П.В. Управление доставкой внешнеторговых грузов в смешанном сообщении [Текст]: Дис. ... д-ра экон. наук / П.В. Куренков. – М.: ГУУ, 1999. – 478 с.

2. Клепиков В.П. *Методология комплексного развития транспортных систем в проектах взаимодействия железнодорожного и морского транспорта [Текст]: Дис. ... д-ра техн. наук / В.П. Клепиков. – М.: МГУПС (МИИТ), 2007. – 352 с.*
3. Сычев А.А. *Организация работы транспортного узла в составе транспортного коридора [Текст]: Дис. ... канд. техн. наук / А. А. Сычев. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2009. – 167 с.*
4. Ботнарюк М.В. *Методология формирования морского транспортного узла как института сетевых партнерских отношений: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gnozis.info/product54401.html>. (Дата обращения 15.10.2013).*
5. Muradian A.O. *Ensuring a coordinated cargo transshipment process management in general transport hubs // Technology audit and production reserves. – № 3/1 (17). – 2014. – P.48-53.*
6. Новиков П.А. *Организация эффективного взаимодействия железнодорожного и морского транспорта в припортовых транспортных узлах [Текст]: Дис. ... канд. техн. наук / П.А. Новиков. – Екатеринбург: УрГУПС, 2008. – 154 с.*
7. Тейман А.Н. *Управление комплексами операций: Доклад. – М.: Политехнический музей, 1967. – 44 с.*
8. Енгальчев О.В. *Совершенствование системы управления операционным риском на предприятии [Текст]: Дис. ... канд. экон. наук / О.В. Енгальчев. – МГТУ, 2005. – 174 с.*
9. Кигель А.В. *Свойства и поиск оптимальных финансовых портфелей для ЛПП с разными отношениями к риску // Финансовые риски. – 1999. – № 2. – С. 86-91.*
10. Подиновский В.В. *Парето – оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 256 с.*
11. Кини Р.Л. *Принятие решений при многих критериях предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.*

Стаття надійшла до редакції 22.12.2014

Рецензенти:

доктор економічних наук, професор, декан факультету «Транспортні технології та системи» Одеського національного морського університету **І.В. Савельєва**

заступник генерального директора ООО «Металзюкрайн Корп. ЛТД» **І.Г. Фотев**