

УДК 656.012.224

ДО ПИТАННЯ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗПОДІЛУ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ МІЖ СУДНАМИ, ОБСЛУГОВУЮЧИМИ МАГІСТРАЛЬНО-ФІДЕРНІ ЛІНІЇ

Кириллова О.В.

Одеський національний морський університет

Стаття присвячена вдосконаленню методичного забезпечення лінійних судноплавних компаній у частині прийняття рішень щодо розподілу контейнеропотоків, які йдуть в режимі траншшипменту у магістрально-фідерному сполученні. На основі методичного і математичного апаратів лінійного програмування в роботі сформулювалась змістовна постановка задачі і розроблена її економіко-математична модель. В моделі, на відміну від існуючої, в якості критерію оптимальності виступають витрати Судновласника; наведені обмеження, які враховують те, що не всі партії контейнерів призначаються для вивантаження у фідерних портах; введені умови балансу. Запропонована економіко-математична модель має прикладне значення для судноплавних компаній, експедиторів, лінійних агентів, логістів та мультимодальних операторів.

Ключові слова: контейнер, судно, лінія, магістрально-фідерна лінія.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Сьогодні у міжнародному морському судноплаванні широко розповсюджена практика магістрально-фідерного обслуговування контейнеропотоків. Реалізація цієї транспортної послуги практично неможлива без застосування у портах перевалювання режиму траншшипменту. У сучасній транспортній періодиці все частіше з'являються публікації про впровадження та правове регулювання цієї сучасної системи проходження транзитних контейнерів через морські торговельні порти України [1–9]. У зв'язку з цим не викликає сумніву актуальність і своєчасність постановки та розгляду проблеми щодо розробки науково-теоретичного і методичного забезпечення процесів прийняття рішень, пов'язаних з реалізацією окремих задач магістрально-фідерного обслуговування контейнеропотоків, що йдуть в режимі траншшипменту через українські порти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких розпочато розв'язання даної проблеми, і виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Магістрально-фідерне обслуговування контейнеропотоків – сучасна практика надання транспортних послуг клієнтам судноплавних компаній. Незважаючи на це, до недавнього часу в роботах вітчизняних авторів зустрічалося тільки відокремлення цього виду лінійних сервісів без наведення їх класифікаційних ознак, наприклад:

- в роботах [10–15] на рівні загального опису перелічені магістральні, фідерні та магістрально-фідерні лінії;
- в монографії [16] варіант магістрально-фідерного обслуговування регулярних вантажопотоків наводиться лише як приклад складової лінії.

На ряду з цим в публікації [17] сформована концептуальна основа сучасної класифікації судноплавних ліній і систематизовані їх види з докладним наведенням їх групових та індивідуальних ознак.

В роботах [18, 19] обґрунтований взаємозв'язок між магістрально-фідерним обслуговуванням контейнеропотоків і траншшипментом – спрощеною формою митного оформлення контейнерів під час перевантаження їх з одного судна на інше. У [18, 19] наводяться існуючі варіанти змісту поняття «траншшипмент», докладно описується ретроспектива появи і становлення однойменного режиму обслуговування контейнеропотоків в Україні. Автори статті [18] зазначають, що «... недавно поняття «траншшипмент» в українському законодавстві не використовувалося, а застосування відповідного режиму перевалки контейнерів через українські порти було неможливим, через відсутність відповідного правового поля, що регулює і регламентує подібні операції. Замість траншшипменту в портах України застосовувався режим звичайного транзиту [20, 21]. У зв'язку з цим, фідерне обслуговування вантажопотоків в українських

портах було утруднено. Однак у 2010 р. ситуація змінилася. Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо спрощення митного оформлення транзитних вантажів» [22] був законодавчо закріплений спрощений порядок проходження транзитних контейнерів у режимі трансшипменту через морські торговельні порти України [7]. З'явилося поняття транзиту «море–море», котрий був звільнений від необхідності оформлення митної декларації [7]. І у вересні 2010 р. вперше в Україні режим трансшипменту був застосований в Одеському морському торговельному порту [6]». Це обумовило важливість розгляду питань, пов'язаних із сформульованою вище проблемою, розв'язання якої було досить вдало розпочато в роботах [18]. У ній розроблені теоретичні та методичні положення, які дозволяють оптимізувати розподіл контейнеропотоків між суднами, що працюють у магістрально-фідерному сполученні. Але наведена в [18, 19] економіко-математична модель, нажаль, не бере до уваги деякі особливості організації лінійних перевезень контейнерів у магістрально-фідерному сполученні. Наприклад в економіко-математичній моделі, наведеній у [18, 19]:

- в якості критерію оптимальності виступає прибуток Судновласника, який необхідно максимізувати. Але це може привести до такого розподілу контейнеропотоків, при якому підвищуються втрати Вантажовласників, які, за будь-яких умов, прагнуть здійснити перевезення з мінімальними для них витратами;

- не враховується той факт, що прибуток Судновласника може буди збільшений не за рахунок підвищення його доходів, а, в першу чергу, особливо в умовах кризи, за рахунок мінімізації його експлуатаційних витрат;

- відсутні обмеження, які дозволяють врахувати те, що не всі партії контейнерів, згідно з умовами торговельних контрактів, а також заявкам Вантажовласників, призначаються для вивантаження у фідерних портах. Портами призначення деяких контейнерів можуть бути магістральні порти перевалювання, в яких вони або передаються Вантажовласникам, або перевалюються на суміжні види транспорту;

- відсутня в явному вигляді умова балансу.

У зв'язку з цим, однією з важливих виробничих задач, вирішенню якої присвячене це дослідження, і яка, безумовно, є частиною сформульованої вище проблеми, є вдосконалення теоретичних і методичних положень щодо обґрунтування оптимального варіанту розподілу контейнеропотоків, що йдуть в режимі трансшипменту, між магістральними та фідерними лініями.

Формулювання мети статті. Мета дослідження – підвищення ефективності функціонування лінійних судноплавних компаній шляхом вдосконалення їх методичного забезпечення у частині прийняття рішень щодо обґрунтування оптимального розподілу контейнеропотоків, які йдуть в режимі трансшипменту між магістральними та фідерними лініями.

Виклад матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих результатів. Враховуючи особливості експлуатації лінійного тоннажу на магістрально-фідерних лініях, а також конструктивні і техніко-експлуатаційні характеристики суден-контейнеровозів, змістовна постановка задачі оптимального розподілу контейнеропотоків між суднами, обслуговуваними магістрально-фідерні сполучення, в загальному вигляді формулюється наступним чином.

Судноплавна компанія (СК) пропонує Вантажовласникам ряд лінійних сервісів $L_i^{CK} = \{1, 2, \dots, L, \dots, L^{CK}\}$.

Судноплавна лінія $L \in L_i^{CK}$ є магістрально-фідерною.

Магістральна частина лінії $L \in L_i^{CK}$ пов'язує порти – хаби відправлення $i = \overline{1; I}$ і призначення $g = \overline{1; G}$. При цьому, магістральний напрямок лінії $L \in L_i^{CK}$ обслуговується великотоннажними контейнеровозами $b = \overline{1; B}$, які мають наступні характеристики:

а) розрахункову величину вантажопідйомності, яка відповідає умовам експлуатації судна на даному напрямку – $Dc_L^b (L \in L_i^{CK}, b = \overline{1;B})$, т;

б) контейнеромісткість, включаючи:

– загальну кількість контейнерів, яку судно може прийняти на борт і яка виражається в 20-футовому еквіваленті – $TEU_L^b (L = \overline{1;L^{CK}}, b = \overline{1;B})$;

– кількість 20-футових контейнерів – $N_L^{b^{20'}} (L = \overline{1;L^{CK}}, b = \overline{1;B})$;

– кількість 40-футових контейнерів – $N_L^{b^{40'}} (L = \overline{1;L^{CK}}, b = \overline{1;B})$.

У свою чергу, фідерна частина лінії $L \in L_i^{CK}$ пов'язує магістральні порти призначення $g = \overline{I;G}$ океанських вантажопотоків із фідерними портами $j = \overline{I;J}$, тобто магістральні порти призначення $g = \overline{I;G}$ одночасно є портами відправлення контейнеропотоків на фідерні порти $j = \overline{I;J}$. При цьому, перевезення вантажів на фідерних напрямках складеної лінії $L \in L_i^{CK}$ між портами відправлення $g = \overline{I;G}$ і призначення $j = \overline{I;J}$ відбуваються мало- та середньотоннажними суднами $b' = \overline{1;B'}$, які мають наступні характеристики:

а) розрахункову величину вантажопідйомності – $Dc_L^{b'} (L \in L_i^{CK}, b' = \overline{1;B'})$, т;

б) контейнеромісткість, включаючи:

– загальну кількість TEU , яку фідерне судно може прийняти на борт – $TEU_L^{b'} (L = \overline{1;L^{CK}}, b' = \overline{1;B'})$;

– кількість 20-футових контейнерів – $N_L^{b'^{20'}} (L = \overline{1;L^{CK}}, b' = \overline{1;B'})$;

– кількість 40-футових контейнерів – $N_L^{b'^{40'}} (L = \overline{1;L^{CK}}, b' = \overline{1;B'})$.

Відповідно до заявок Вантажовласників:

– із магістрального порту $i = \overline{I;I}$ повинні бути відправлені контейнери типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{1;R}$ в кількості $N_i^{r'n}$ (величина пропозиції). Наприклад, кількість 20-футових контейнерів складає $N_i^{r'20'}$; 40-футових – $N_i^{r'40'}$;

– далі портом призначення контейнерів типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{1;R}$, які відправляються з магістрального порту $i = \overline{I;I}$, може бути (згідно коносаменту) магістральний порт $g = \overline{I;G}$ або фідерний порт $j = \overline{1;J}$ лінії $L \in L_i^{CK}$.

При цьому:

– якщо портом призначення контейнерів є магістральний порт $g = \overline{I;G}$, то величина попиту у відповідному магістральному порту позначається так $N_g^{r'n}$. Наприклад, кількість 20-футових контейнерів складає $N_g^{r'20'}$; 40-футових – $N_g^{r'40'}$;

– якщо портом призначення контейнерів є фідерний порт $j = \overline{1;J}$, то величина попиту у відповідному фідерному порту позначається так $N_j^{r'n}$. Наприклад, кількість 20-футових – $N_j^{r'20'}$; 40-футових – $N_j^{r'40'}$.

У кожному порту відправлення ($i = \overline{1;I}$, $g = \overline{1;G}$) магістрально-фідерної лінії агенту виділяється певний еллотмент (allotment) або квота контейнеромісткості магістрального ($b = \overline{1;B}$) і, відповідно, фідерного ($b' = \overline{1;B'}$) судна в TEU з розбивкою по експорту ($TEU_i^{\mathcal{E}*b}$, $TEU_g^{\mathcal{E}*b}$), імпорту ($TEU_i^{I* b}$, $TEU_g^{I* b}$) і транзиту ($TEU_i^{T* b}$, $TEU_g^{T* b}$).

Необхідно розподілити задану кількість контейнерів типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ між суднами, які обслуговують магістрально-фідерні лінії компанії таким чином, щоб мінімізувати витрати Судновласника.

Для визначення критерію оптимальності вище сформульованої задачі та встановлення параметрів управління необхідно врахувати те, що власна система магістрально-фідерного обслуговування лінії $L \in L_l^{CK}$ передбачає:

- перевезення контейнерів клієнтів даної лінії від магістрального порту відправлення $i = \overline{1; I}$ до фідерного порту $j = \overline{1; J}$ через магістральний порт перевалювання $g = \overline{1; G}$ за відповідними заздалегідь встановленими тарифними ставками;
- надання послуг за комерційним фідером (*кф*), тобто освоєння епізодичних контейнеропотоків тільки на фідерні порти за тарифною ставкою, розрахованою агентом на основі Rate Guideline (RGL);
- надання послуг за магістральним і/або фідерним обслуговуванням контейнеропотоків компаній-партнерів по лінійному бізнесу на основі слот-чартерних (*с-ч*) угод за відповідними, заздалегідь встановленими і узгодженими з учасниками договору тарифними ставками.

Враховуючи змістовну постановку задачі, її економіко-математична модель, представляється у наступному вигляді:

Цільова функція в загальному вигляді являє собою лінійну функцію, яка мінімізує витрати Судновласника:

$$Z = \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B R_{igL}^b + \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^J \sum_{b'=1}^{B'} R_{gjL}^{b'} \right] \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $R_{igL}^b; R_{gjL}^{b'}$ – витрати судноплавної лінії $L \in L_l^{CK}$ під час обслуговування, відповідно, магістральних і фідерних напрямків. Статті витрат, що входять до структури даних показників, встановлює особа, що приймає рішення.

Цільову функцію (1) також слід представити у вигляді функції декількох змінних, значення яких підлягають пошуку в процесі мінімізації заданого критерію оптимальності, з метою рішення сформульованої задачі:

$$Z = \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} r_{igL}^{TEU} \cdot k_n^{TEU} \cdot (x_{igL}^{bm} \cdot Y_i^m + x_{igL(c-ч)}^{bm} \cdot Y_i^m) + \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^J \sum_{b'=1}^{B'} \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} r_{gjL}^{TEU} \cdot k_n^{TEU} \cdot (x_{gjL}^{b'm} \cdot Y_j^m + x_{gjL(kф)}^{b'm} \cdot Y_j^m + x_{gjL(c-ч)}^{b'm} \cdot Y_j^m) \right] \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $r_{igL}^{TEU}, r_{gjL}^{TEU}$ – питомі витрати, що припадають на один *TEU* магістрального і, відповідно, фідерного напрямків; k_n^{TEU} – коефіцієнт переведення фактичної кількості контейнерів типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ в 20-футовий еквівалент (*TEU*). Наприклад: для 10-футових контейнерів $k_{10'}^{TEU} = 0,5$; для 20-футових: $k_{20'}^{TEU} = 1$; для 40-футових: $k_{40'}^{TEU} = 2$; для 45-футових: $k_{45}^{TEU} = 2,25$; $x_{igL}^{brn}, x_{igL(c-ч)}^{brn}, x_{gjL}^{b'rn}, x_{gjL(kф)}^{b'rn}, x_{gjL(c-ч)}^{b'rn}$ – параметри управління, значення яких встановлюється в процесі рішення задачі розподілу, і котрі позначають наступне: x_{igL}^{brn} – кількість контейнерів типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{1; R}$, які перевозяться судном $b = \overline{1; B}$ між магістральними портами $i = \overline{1; I}$ і $g = \overline{1; G}$ судноплавної лінії $L \in L_l^{CK}$; $x_{igL(c-ч)}^{brn}; x_{gjL(c-ч)}^{b'rn}$ – кількість контейнерів типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{1; R}$, які перевозяться на магістральному і, відповідно, фідерному напрямках в рамках слот-чартерних угод; $x_{gjL}^{b'rn}$ – кількість

контейнерів типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{I; R}$, які перевозяться фідерним судном $b' = \overline{I; B'}$ між магістральним $g = \overline{I; G}$ і фідерним $j = \overline{I; J}$ портами складеної лінії $L \in L_i^{CK}$; $x_{gjl(\kappa\phi)}^{brm}$ – кількість контейнерів типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{I; R}$, які перевозяться судном $b' = \overline{I; B'}$ під час надання лінії $L \in L_i^{CK}$ послуг комерційного фідеру; Y_i^m – екзогенний параметр, який приймає наступні значення: 1, якщо контейнер типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{I; R}$ заявлений до перевезення в магістральному порту $i = \overline{I; I}$; 0 – у протилежному випадку; Y_j^m – екзогенний параметр, який приймає наступні значення: 1, якщо портом призначення контейнера типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{I; R}$, згідно з умовами торгового контракту і заявкам Вантажовласника, є фідерний порт $j = \overline{I; J}$; 0 – у протилежному випадку.

Цільова функція (2) також може бути записана у наступній інтерпретації (3), з урахуванням найбільш типових засобів укрупнення вантажів, що застосовуються в практиці сучасних лінійних перевезень, і складаються переважно з 20- і 40-футових контейнерів:

$$\begin{aligned}
 Z = & \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B \sum_{r=1}^R r_{igL}^{TEU} \cdot (x_{igL}^{br20'} \cdot Y_i^{r20'} + x_{igL(c-u)}^{br20'} \cdot Y_i^{r20'}) + \right. \\
 & + \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^J \sum_{b'=1}^{B'} \sum_{r=1}^R r_{gjl}^{TEU} \cdot (x_{gjl}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'} + x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'} + x_{gjl(c-u)}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'}) + \\
 & + \sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B \sum_{r=1}^R 2 \cdot r_{igL}^{TEU} \cdot (x_{igL}^{br40'} \cdot Y_i^{r40'} + x_{igL(c-u)}^{br40'} \cdot Y_i^{r40'}) + \\
 & \left. + \sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^J \sum_{b'=1}^{B'} \sum_{r=1}^R 2 \cdot r_{gjl}^{TEU} \cdot (x_{gjl}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'} + x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'} + x_{gjl(c-u)}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'}) \right],
 \end{aligned} \tag{3}$$

де $x_{igL}^{br20'}$; $x_{igL}^{br40'}$ – кількість 20- і 40-футових контейнерів партії $r = \overline{I; R}$, які перевозяться судном $b = \overline{I; B}$ між i -им і g -им магістральними портами судноплавної лінії $L \in L_i^{CK}$; $x_{gjl}^{b'r20'}$; $x_{gjl}^{b'r40'}$ – кількість 20- і 40-футових контейнерів партії $r = \overline{I; R}$, які перевозяться фідерним судном $b' = \overline{I; B'}$ між g -им магістральним і j -им фідерним портами складеної лінії $L \in L_i^{CK}$; $x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'r20'}$; $x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'r40'}$ – кількість 20- і 40-футових контейнерів партії $r = \overline{I; R}$, які перевозяться фідерним судном $b' = \overline{I; B'}$ між магістральним g і фідерним j портами складеної лінії $L \in L_i^{CK}$, яка надає послуги з комерційного фідеру; $x_{igL(c-u)}^{br20'}$; $x_{igL(c-u)}^{br40'}$ – кількість 20- і 40-футових контейнерів партії $r = \overline{I; R}$, які перевозяться судном $b = \overline{I; B}$ між магістральними портами i і g судноплавної лінії $L \in L_i^{CK}$, яка надає послуги з магістрального обслуговування контейнеропотоків компаній-партнерів по лінійному бізнесу на підставі слот-чартерних угод між ними; $x_{gjl(c-u)}^{b'r20'}$; $x_{gjl(c-u)}^{b'r40'}$ – кількість 20- і 40-футових контейнерів партії $r = \overline{I; R}$, відповідно, які перевозяться судном $b' = \overline{I; B'}$ між магістральним портом g і аутпортом j судноплавної лінії $L \in L_i^{CK}$, яка надає послуги з фідерного обслуговування контейнеропотоків компаній-партнерів на підставі слот-чартерних угод між ними; $Y_i^{r20'}$; $Y_i^{r40'}$ – параметри, які приймають наступні значення: 1, якщо 20- і, відповідно, 40-футові контейнери партії $r = \overline{I; R}$ заявлені до перевезення у

магістральному порту $i = \overline{I}; I$; 0 – у протилежному випадку; $Y_j^{r20'}$; $Y_j^{r40'}$ – параметри, які приймають наступні значення: 1, якщо портом призначення 20- і, відповідно, 40-футових контейнерів партії $r = \overline{I}; R$ є фідерний порт $j = \overline{I}; J$; 0 – у протилежному випадку.

Для реалізації вищесформульованої задачі необхідно послідовно формалізувати її обмежувальні умови.

Кількість контейнерів, завантажених у кожному порту лінії, не повинна перевищувати значення еллотмента (allotment), виділеного агенту в даному порту, з розбивкою по експорту, імпорту і транзиту. У зв'язку з цим в економіко-математичну модель вводяться обмеження (4-5):

для магістрального сполучення:

– з експорту:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{igL}^{brn} \cdot \mathcal{E}_i^{rn} \cdot K_i^{\mathcal{E}^*b}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot \mathcal{E}_i^{rn} \cdot K_i^{\mathcal{E}^*b}) \right] \leq TEU_i^{\mathcal{E}^*b} \quad (4)$$

$$(b = \overline{I, B}; i = \overline{I, I});$$

– з імпорту:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{igL}^{brn} \cdot I_i^{rn} \cdot K_i^{I^*b}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot I_i^{rn} \cdot K_i^{I^*b}) \right] \leq TEU_i^{I^*b} \quad (5)$$

$$(b = \overline{I, B}; i = \overline{I, I});$$

– з транзиту:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{igL}^{brn} \cdot T_i^{rn} \cdot K_i^{T^*b}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot T_i^{rn} \cdot K_i^{T^*b}) \right] \leq TEU_i^{T^*b} \quad (6)$$

$$(b = \overline{I, B}; i = \overline{I, I});$$

для фідерного сполучення:

– з експорту:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{gjl}^{b'rn} \cdot \mathcal{E}_g^{rn} \cdot K_g^{\mathcal{E}^*b'}) + (x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'rn} \cdot \mathcal{E}_g^{rn} \cdot K_g^{\mathcal{E}^*b'}) + (x_{gjl(c-y)}^{b'rn} \cdot \mathcal{E}_g^{rn} \cdot K_g^{\mathcal{E}^*b'}) \right] \leq TEU_g^{\mathcal{E}^*b'} \quad (7)$$

$$(b' = \overline{I, B'}; g = \overline{I, G});$$

– з імпорту:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{gjl}^{b'rn} \cdot I_g^{rn} \cdot K_g^{I^*b'}) + (x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'rn} \cdot I_g^{rn} \cdot K_g^{I^*b'}) + (x_{gjl(c-y)}^{b'rn} \cdot I_g^{rn} \cdot K_g^{I^*b'}) \right] \leq TEU_g^{I^*b'} \quad (8)$$

$$(b' = \overline{I, B'}; g = \overline{I, G});$$

– з транзиту:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{gjl}^{b'rn} \cdot T_g^{rn} \cdot K_g^{T^*b'}) + (x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'rn} \cdot T_g^{rn} \cdot K_g^{T^*b'}) + (x_{gjl(c-y)}^{b'rn} \cdot T_g^{rn} \cdot K_g^{T^*b'}) \right] \leq TEU_g^{T^*b'} \quad (9)$$

$$(b' = \overline{I; B'}, g = \overline{I; G}),$$

де $\mathcal{E}_i^{rn}; I_i^{rn}; T_i^{rn} (\mathcal{E}_g^{rn}; I_g^{rn}; T_g^{rn})$ - параметри, які приймають такі значення: 1, якщо контейнер типорозміру $n \in N$ партії $r = \overline{I; R}$, заброньований для перевезення в магістральному напрямку з порту $i = \overline{I; I}$ (у фідерному напрямку з порту $g = \overline{I; G}$), відноситься, відповідно, до експортного, імпортного чи транзитного вантажопотоку; $K_i^{\mathcal{E}*b}; K_i^{I*b}; K_i^{T*b} (K_g^{\mathcal{E}*b}; K_g^{I*b}; K_g^{T*b})$ - параметри, які приймають такі значення: 1, якщо судно $b = \overline{I; B}$ ($b' = \overline{I; B'}$) згідно з угодою лінійного об'єднання (конференції) може освоювати, відповідно, експортний, імпортний і/або транзитний вантажопотік в магістральному (фідерному) напрямку; 0, у протилежному випадку.

Група обмежень (10-12) з вивезення всіх вантажів, забукірованих і заброньованих до завантаження на судно в магістральному порту $i = \overline{I; I}$ складеної лінії: – у загальному вигляді:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{brn} \cdot Y_i^{rn}) + (x_{igL(c-u)}^{brn} \cdot Y_i^{rn}) \right] = N_i^{rn} \quad (10)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; i = \overline{I; I});$$

– по кількості 20-футових контейнерів:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{br20'} \cdot Y_i^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{igL(c-u)}^{br20'} \cdot Y_i^{r20'} \cdot Z^{20'}) \right] = N_i^{r20'} \quad (11)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; i = \overline{I; I});$$

– по кількості 40-футових контейнерів:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{br40'} \cdot Y_i^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{igL(c-u)}^{br40'} \cdot Y_i^{r40'} \cdot Z^{40'}) \right] = N_i^{r40'} \quad (12)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; i = \overline{I; I}).$$

Група обмежень (13) – (15) по задоволенню попиту у магістральних портах $g = \overline{I; G}$: – у загальному вигляді:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{brn} \cdot Y_g^{rn}) + (x_{igL(c-u)}^{brn} \cdot Y_g^{rn}) \right] = N_g^{rn} \quad (13)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; g = \overline{I; G});$$

– по кількості 20-футових контейнерів:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{br20'} \cdot Y_g^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{igL(c-u)}^{br20'} \cdot Y_g^{r20'} \cdot Z^{20'}) \right] = N_g^{r20'} \quad (14)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; g = \overline{I; G});$$

– по кількості 40-футових контейнерів:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{br40'} \cdot Y_g^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{igL(c-y)}^{br40'} \cdot Y_g^{r40'} \cdot Z^{40'}) \right] = N_g^{r40'} \quad (15)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; g = \overline{I; G}),$$

де Y_g^{rn} – екзогенний параметр, який приймає наступні значення: 1, якщо портом призначення контейнера типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{I; R}$ є магістральний порт $g = \overline{I; G}$; 0 – у протилежному випадку; $Z^{20'}, Z^{40'}$ – параметри, які приймають наступні значення: 1, якщо контейнер є 20- і, відповідно, 40-футовим; 0 – у протилежному випадку.

Група обмежень (16) – (18) по задоволенню попиту у фідерних портах $j = \overline{I; J}$:

– у загальному вигляді:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b'=1}^{B'} (x_{gjl}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn}) + (x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn}) + (x_{gjl(c-y)}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn}) \right] = N_j^{rn} \quad (16)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; j = \overline{I; J});$$

– по кількості 20-футових контейнерів:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b'=1}^{B'} (x_{gjl}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{gjl(c-y)}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) \right] = N_j^{r20'} \quad (17)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; j = \overline{I; J});$$

– по кількості 40-футових контейнерів:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b'=1}^{B'} (x_{gjl}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{gjl(\kappa\phi)}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{gjl(c-y)}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) \right] = N_j^{r40'} \quad (18)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{I; R}; j = \overline{I; J}).$$

Умову балансу можливо записати двома способами:

$N_i^{rn} = N_g^{rn} + N_j^{rn}$, що позначає наступне: кількість контейнерів, що йдуть із магістрального порту $i = \overline{I; I}$, повинна дорівнювати сумі контейнерів, портами призначення яких є магістральний порт $g = \overline{I; G}$ і фідерний порт $j = \overline{I; J}$, відповідно; $N_i^{rn} - N_g^{rn} = N_j^{rn}$, що позначає наступне: різниця між кількістю контейнерів що йдуть із магістрального порту $i = \overline{I; I}$ і кількістю контейнерів, які призначені на магістральний порт $g = \overline{I; G}$, повинна дорівнювати кількості контейнерів, які призначені на фідерний порт $j = \overline{I; J}$.

Таким чином умови балансу (19) – (21) для даної задачі набувають наступного вигляду:

– у загальному вигляді:

$$\sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{brn} \cdot Y_i^{rn}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot Y_i^{rn}) \right] = \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{brn} \cdot Y_g^{rn}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot Y_g^{rn}) \right] + \quad (19)$$

$$+ \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b'=1}^{B'} (x_{gjL}^{brn} \cdot Y_j^{rn}) + (x_{gjL(\kappa\phi)}^{brn} \cdot Y_j^{rn}) + (x_{gjL(c-y)}^{brn} \cdot Y_j^{rn}) \right];$$

– по кількості 20-футових контейнерів:

$$\begin{aligned} & \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{br20'} \cdot Y_i^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{igL(c-y)}^{br20'} \cdot Y_i^{r20'} \cdot Z^{20'}) \right] = \\ & = \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\left[\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{br20'} \cdot Y_g^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{igL(c-y)}^{br20'} \cdot Y_g^{r20'} \cdot Z^{20'}) \right] \right] + \end{aligned} \quad (20)$$

$$+ \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b'=1}^{B'} (x_{gjL}^{br20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{gjL(\kappa\phi)}^{br20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{gjL(c-y)}^{br20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) \right];$$

– по кількості 40-футових контейнерів:

$$\begin{aligned} & \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{br40'} \cdot Y_i^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{igL(c-y)}^{br40'} \cdot Y_i^{r40'} \cdot Z^{40'}) \right] = \\ & = \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\left[\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B (x_{igL}^{br40'} \cdot Y_g^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{igL(c-y)}^{br40'} \cdot Y_g^{r40'} \cdot Z^{40'}) \right] \right] + \end{aligned} \quad (21)$$

$$+ \sum_{L=1}^{L^{CK}} \left[\sum_{g=1}^G \sum_{b'=1}^{B'} (x_{gjL}^{br40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{gjL(\kappa\phi)}^{br40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{gjL(c-y)}^{br40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) \right] = N_j^{r40'}.$$

Група обмежень (22) – (24) по контейнеромісткості суден, обслуговуючих магістральну частину складової лінії:

– за кількістю TEU :

$$\sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{igL}^{brn} \cdot Y_i^{rn} \cdot k_n^{TEU}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot Y_i^{rn} \cdot k_n^{TEU}) \leq TEU_L^b; \quad (22)$$

$$(L = \overline{1; L^{CK}}, b = \overline{1; B});$$

– по кількості 20-футових контейнерів:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{r=1}^R (x_{igL}^{brn} \cdot Y_i^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot Y_i^{r20'} \cdot Z^{20'}) \leq N_L^{b20'} \quad (23)$$

$$(L = \overline{1; L^{CK}}, b = \overline{1; B});$$

– по кількості 40-футових контейнерів:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{r=1}^R (x_{igL}^{brn} \cdot Y_i^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot Y_i^{r40'} \cdot Z^{40'}) \leq N_L^{b40'}; \quad (24)$$

$$(L = \overline{1; L^{CK}}, b = \overline{1; B}).$$

Група обмежень (25) – (27) по контейнеромісткості суден, обслуговуючих фідерну частину складової лінії.

– за кількістю TEU :

$$\sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{gjL}^{brn} \cdot Y_j^{rn} \cdot k_n^{TEU}) + (x_{gjL(\kappa\phi)}^{brn} \cdot Y_j^{rn} \cdot k_n^{TEU}) + (x_{gjL(c-y)}^{brn} \cdot Y_j^{rn} \cdot k_n^{TEU}) \leq TEU_L^{b'}, \quad (25)$$

$$(L = \overline{1; L^{CK}}, b' = \overline{1; B'});$$

– за кількістю 20-футових контейнерів:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R (x_{gjL}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{gjL(\kappa\phi)}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) + (x_{gjL(c-y)}^{b'r20'} \cdot Y_j^{r20'} \cdot Z^{20'}) \leq N_L^{b'20'} \quad (26)$$

$$(L = \overline{I}; L^{CK}, b' = \overline{I}; B');$$

– за кількістю 40-футових контейнерів:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R (x_{gjL}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{gjL(\kappa\phi)}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) + (x_{gjL(c-y)}^{b'r40'} \cdot Y_j^{r40'} \cdot Z^{40'}) \leq N_L^{b'40'} \quad (27)$$

$$(L = \overline{I}; L^{CK}, b' = \overline{I}; B').$$

Обмеження (28) по вантажопідйомності суден, які обслуговують магістральну частину складеної лінії:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{g=1}^G \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{igL}^{brn} \cdot Y_i^{rn} \cdot q_{igL}^{brn}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot Y_i^{rn} \cdot q_{igL}^{brn}) \leq D\mu_L^b \quad (28)$$

$$(L = \overline{I}; L^{CK}, b = \overline{I}; B).$$

Обмеження (29) по вантажопідйомності суден, які обслуговують фідерну частину складеної лінії $L \in L_i^{CK}$:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{j=1}^J \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{gjL}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn} \cdot q_{gjL}^{b'rn}) + (x_{gjL(\kappa\phi)}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn} \cdot q_{gjL}^{b'rn}) + (x_{gjL(c-y)}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn} \cdot q_{gjL}^{b'rn}) \leq D\mu_L^{b'} \quad (29)$$

$$(L = \overline{I}; L^{CK}, b' = \overline{I}; B'),$$

де $q_{igL}^{brn}, q_{gjL}^{b'rn}$ – середньозважена маса контейнерів типорозміру $n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}$ партії $r = \overline{I}; R$, які перевозяться суднами $b = \overline{I}; B$ і $b' = \overline{I}; B'$ на магістральному ($i - g$) і, відповідно, фідерному ($g - j$) напрямках судноплавної лінії $L \in L_i^{CK}$.

Обмеження (30) з використання площ контейнерного терміналу по прибуттю контейнерів, доставлених суднами лінії $L = \overline{I}; L^{CK}$ в магістральний порт призначення $g = \overline{I}; G$:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{igL}^{brn} \cdot Y_i^{rn}) + (x_{igL(c-y)}^{brn} \cdot Y_i^{rn}) \leq d_{gL}^{TEU} \quad (30)$$

$$(L = \overline{I}; L^{CK}, g = \overline{I}; G).$$

Обмеження (31) по використанню площ контейнерного терміналу з відправлення контейнерів, що йдуть в режимі траншипменту з магістрального в фідерний порт призначення:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{b=1}^{B'} \sum_{r=1}^R \sum_{n=10'}^{N'} (x_{gjL}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn}) + (x_{gjL(\kappa\phi)}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn}) + (x_{gjL(c-y)}^{b'rn} \cdot Y_j^{rn}) \leq d_{gL}^{TEU} \quad (31)$$

$$(L = \overline{I}; L^{CK}, g = \overline{I}; G),$$

де d_{gL}^{TEU} – пропускна здатність контейнерного терміналу в магістральному порту $g = \overline{I}; G$, який обслуговується судноплавною лінією $L = \overline{I}; L^{CK}, TEU$.

Обмеження (32-38) накладаються на параметри управління економіко-математичної моделі.

Умови невід'ємності змінних (32), (33):

$$x_{igL}^{brn} \geq 0; x_{igL(c-ч)}^{brn} \geq 0 \quad (32)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{1, R}; b = \overline{1, B}; L \in L_i^{CK}; i = \overline{1, I}; g = \overline{1, G});$$

$$x_{gjl}^{b'rn} \geq 0; x_{gjl(кф)}^{b'rn} \geq 0; x_{gjl(c-ч)}^{b'rn} \geq 0 \quad (33)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{1, R}; b' = \overline{1, B'}; L \in L_i^{CK}; g = \overline{1, G}; j = \overline{1, J}).$$

Умови цілочисельності змінних (34), (35):

$$x_{igL}^{brn} = 1, 2, \dots, K; x_{igL(c-ч)}^{brn} = 1, 2, \dots, K \quad (34)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{1, R}; b = \overline{1, B}; L \in L_i^{CK}; i = \overline{1, I}; g = \overline{1, G});$$

$$x_{gjl}^{b'rn} = 1, 2, \dots, K; x_{gjl(кф)}^{b'rn} = 1, 2, \dots, K; x_{gjl(c-ч)}^{b'rn} = 1, 2, \dots, K \quad (35)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{1, R}; b' = \overline{1, B'}; L \in L_i^{CK}; g = \overline{1, G}; j = \overline{1, J}).$$

Обмеження (36) відображає зв'язок кожного терміналу з самим собою. Оскільки ці зв'язки не мають місце на практиці, їх називають фіктивними, а в результаті реалізації всієї моделі в таблиці результатів у відповідних клітинах фіктивної діагоналі розміщуються дані, які характеризують недовикористання площ контейнерних терміналів у портах перевалки:

$$x_{ggL}^{brn} \geq 0 \quad (36)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{1, R}; b = \overline{1, B}; L \in L_i^{CK}; g = \overline{1, G}; g = g).$$

Умова (37) відображає зв'язки між контейнерними терміналами портів перевалки. Ці зв'язки є безглуздими. У зв'язку з цим відповідна змінна приймає значення 0:

$$x_{ggL}^{brn} = 0 \quad (37)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{1, R}; b = \overline{1, B}; L \in L_i^{CK}; g = \overline{1, G}; g \neq g).$$

Умови (38) забороняють пряму доставку контейнерів суднами з магістрального порту відправлення у фідерний порт лінії:

$$x_{ijL}^{brn} = 0; x_{ijL(c-ч)}^{brn} = 0 \quad (38)$$

$$(n \in N = \{10', 20', \dots, n, \dots, N'\}; r = \overline{1, R}; b = \overline{1, B}; L \in L_i^{CK}; i = \overline{1, I}; j = \overline{1, J}).$$

Висновки

1. У процесі дослідження сформульована змістовна постановка задачі обґрунтування оптимального розподілу контейнеропотоків між суднами, які залучені до магістрально-фідерного обслуговування контейнерних вантажопотоків. Крім того, розроблена економіко-математична модель (1) – (38), в якій, на відміну від існуючої [18, 19]:

– у якості критерію оптимальності виступають витрати Судновласника, які необхідно мінімізувати;

– формалізовані обмеження, які дозволяють врахувати те, що не всі партії контейнерів, згідно з умовами торгових контрактів, а також заявкам Вантажовласників, призначаються для вивантаження у фідерних портах. Портами призначення деяких коносаментних партій контейнерів можуть бути магістральні порти перевалювання, в яких вони або передаються Вантажовласникам, або перевалюються на суміжні виду транспорту;

– введені умови балансу.

2. Розроблена і представлена вище економіко-математична модель (1-38), відноситься до класу розподільних задач лінійного програмування зі змішаними умовами.

3. Економіко-математичну модель (1-38) слід реалізовувати окремо для прямого і зворотного напрямків роботи лінійних суден. При цьому слід враховувати, що під час вирішення задачі для зворотного напрямку пунктами відправлення стають фідерні порти, а кінцевими пунктами призначення – магістральні порти.

4. Економіко-математична модель (1-38) застосовується:

– для всіх варіантів маятникових маршрутів руху магістральних і фідерних суден;

– для кругового розвізного, збірного і деяких варіантів збірно-розвізних маршрутів;

– для розподілу вантажопотоків між суднами однієї судноплавної компанії;

– для розподілу вантажопотоків між суднами компаній, що входять до складу об'єднання (конференції, альянсу). При цьому введення в економіко-математичну модель індексу, що відображає компанію, яка входить до складу об'єднання, не є обов'язковим. Необхідною і достатньою умовою при вирішенні такої задачі є наявність індексу, що позначає конкретне судно-контейнеровоз, юридична приналежність якого відома відповідним особам і не вимагає їх уточнення, забезпечуючи строгу конфіденційність інформації. Крім того, необхідна умови, що відображає частку участі судна кожної компанії в загальному обсязі перевезень відповідно до угоди, укладеної з об'єднанням [18, 19]. Дотримання даної умови забезпечується за рахунок введення до обмежень (4-9) екзогенних параметрів $K_i^{Э*б}$; $K_i^{И*б}$; $K_i^{Т*б}$ ($K_g^{Э*б'}$; $K_g^{И*б'}$; $K_g^{Т*б'}$).

5. Запропонована економіко-математична модель (1-38) має прикладне значення для відповідних відділів (служб) експлуатації СК, експедиторів, лінійних агентів, логістів та мультимодальних транспортних операторів в частині прийняття управлінських рішень на етапах планування та оперативного регулювання трансокеанських і фідерних перевезень контейнерів.

Проведене дослідження не вичерпує всієї глибини розглянутої тематики. У зв'язку з цим перспективи подальшого дослідження у заданому напрямку полягають у розробці та обґрунтуванні теоретичних і методичних положень щодо розподілу контейнеропотоків між суднами, обслуговуючими магістрально-фідерні лінії, які характеризуються різними варіантами збірно-розвізних маршрутів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кравченко О. А. Вибір пріоритетних напрямків організаційного розвитку морських торговельних портів України в умовах глобалізації світової економіки / О. А. Кравченко, Ю. А. Стребко // Праці Одеського політехнічного університету : зб. наук. праць. – Одеса : ОПУ, 2011. – Вип. 2 (36). – С. 284-289.

2. Альошинський Є. С. Оптимізація процесу виконання митних операцій на припортових пунктах переробки міжнародних контейнерних вантажів / Є. С. Альошинський // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті : науково-технічний журнал. – Харків : Українська державна академія залізничного транспорту, 2008. – Вип. 3. – С. 3-7.

3. Додін Є. В. Митне регулювання траншшипменту / Є. В. Додін // Митна справа : науково-аналітичний журнал. – Львів, 2010. – Вип. 6 (72) – С. 26-31.
4. Мачкур Н. Формування системи траншшипменту і перспективи його розвитку / Н. Мачкур // Митна справа : науково-аналітичний журнал. – Львів, 2012. – Вип. 1 (79) – С. 105-111.
5. Вороной В. И. Перспективы оптимизации таможенного регулирования траншшипмента в портах Украины / В. И. Вороной // Митна справа : науково-аналітичний журнал. – Львів. – 2009. – № 6 (66). – С. 48-51.
6. Васьков Ю. Траншшипмент играет важную роль в борьбе за транзит [Электронный ресурс] / Ю. Васьков // Центр транспортных стратегий. – Режим доступа : <http://cfts.org.ua/opinions/40833/>.
7. Венгрук Анатолий. Траншшипмент ускоряет перевозки товаров [Электронный ресурс] : обзор результатов пятого международного «Черноморского контейнерного саммита 2011» / Анатолий Венгрук // Митна справа, 2011. – № 5 (77). – С. 56-61. – Режим доступа : http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/ms/2011_5/56.pdf.
8. Наконец-то, траншшипмент [Электронный ресурс] : анонс события // BlackSeaLines. – 2010. – № 8. – Режим доступа : <http://portsukraine.com/node/1563>.
9. Скворцов Г. Ильичевск – порт траншшипмента / Г. Скворцов // Порты Украины : журнал. – Одесса : Порты Украины, 2008. – № 3 (75). – С. 12.
10. Зотов Д. К. Морское линейное судоходства / Д. К. Зотов, А. В. Блинов. – М. : Транспорт, 1970. – 136 с.
11. Блинов А. В. Экономика линейного судоходства / А. В. Блинов. – М. : ЦРИА «Морфлот», 1972. – 52 с.
12. Организация и планирование работы морского флота / А. А. Союзов, П. Р. Дубинский, О. Т. Кондрашихин, В. С. Петухов; под. ред. А. А. Союзова – М. : Транспорт, 1979. – 416 с.
13. Панарин П. Я. Развитие международного линейного судоходства / П. Я. Панарин. – Одесса : Одесский институт инженеров морского флота, 1975. – 50 с.
14. Гуревич Г.Е. Коммерческая эксплуатация морского судна / Г. Е. Гуревич, Э. Л. Лимонов. – М. : Транспорт, 1983. – 264 с.
15. Белозеров Г. И. Экономика, организация и планирование работы морского транспорта / Г. И. Белозеров, Л. М. Гаськов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1984. – 333 с.
16. Панарин П. Я. Организация работы линейного флота : монография / П.Я. Панарин. – М. : Транспорт, 1980. – 192 с.
17. Кириллов Ю. И. Обоснование классификационной принадлежности морских грузовых линий / Ю. И. Кириллов // Проблемы техники : науково-виробничий журнал. – Одеса : ОНМУ, 2010. – Вип. 1. – С. 69-77.
18. Кириллова Е. В. Магистрально-фидерное обслуживание контейнеропотоков и обоснование решений по их распределению / Е. В. Кириллова, Ю. И. Кириллов // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2012 : сб. научн. трудов SWorld по материалам междуна. научно-практ. конф., 18–27 декабря 2012 г., Одесса. Т. 1, вып. 4. – Одесса : Куприенко, 2012. – ЦИТ : 412-0324. – С. 10-20.
19. Кириллов Юрий Иванович. Организация и управление работой судов в контейнерной транспортно-технологической системе : дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Кириллов Юрий Иванович. – Одесса, 2013. – 312 с.
20. Про транзит вантажів : Закон України від 20.10.1999 р. // Офіційний вісник України : інформаційний бюлетень. – Київ, 1999 р. (26.11.1999). – № 45. – С. 4.
21. 870 Про затвердження Порядку переміщення товарів у пунктах пропуску через державний кордон, що розташовані на території морських портів України, під час контейнерних перевезень у прямому змішаному сполученні : постанова Кабінету

Міністрів України від 02.04.2009 р. № 320 // Офіційний вісник України : інформаційний бюлетень. – Київ, 2009 р. (17.04.2009). – № 26. – С. 50.

22. 1522 Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо спрощення митного оформлення транзитних вантажів : Закон України від 01.06.2010 р. // Офіційний вісник України : інформаційний бюлетень. – Київ, 2010 р. (02.07.2010). – № 47. – С. 14.

Кириллова О.В. К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОПОТОКОВ МЕЖДУ СУДАМИ, ОБСЛУЖИВАЮЩИМИ МАГИСТРАЛЬНО-ФИДЕРНЫЕ ЛИНИИ

Статья посвящена совершенствованию методического обеспечения линейных судоходных компаний в части принятия решений по распределению контейнеропотоков, которые идут в режиме транзитного сообщения в магистрально-фидерном сообщении. На основе методического и математического аппарата линейного программирования в работе сформулирована содержательная постановка задачи и разработана ее экономико-математическая модель. В модели, в отличие от существующей: в качестве критерия оптимальности выступают расходы Судовладельца; представлены ограничения, учитывающие то, что не все партии контейнеров предназначены для выгрузки в фидерных портах; введены условия баланса. Предложенная экономико-математическая модель имеет прикладное значение для судоходных компаний, экспедиторов, линейных агентов, логистов и мультимодальных операторов.

Ключевые слова: контейнер, судно, линия, магистрально-фидерная линия.

Kirillova O.V. QUESTION FOR OPTIMAL DISTRIBUTION OF CONTAINER TRAFFIC BETWEEN VESSELS SERVING TRANSOCEAN-FEEDER LINES

The article is devoted to the improvement of methodical maintenance of the liner shipping companies as for making decision on the container traffic distribution, which are in the mode of transshipment in feed lines connection. The meaningful statement of the problem was formulated in this work and its economic-mathematical model was developed on the basis of the methodological and mathematical apparatus of the linear programming. Within this model, unlike the existing one, the ship-owner's expenses act as an optimality criterion. The model uncovers limitations to consider that not all the batches of containers are designed for unloading in the feeder ports. The balance conditions are introduced. Therefore, the proposed economic-mathematical model has a practical significance for shipping companies, freight forwarders, line agents, logistics and multimodal operators.

Keywords: container, ship, line, feed lines.

© Кириллова О.В.

Статтю прийнято
до редакції 13.11.14