

*І. В. Савельєва, д.е.н, доцент
(доцент кафедри «Морські перевезення», Одеський Національний
Морський Університет)
О. Л. Дрозжжін
(асистент кафедри «Морські перевезення», Одеський Національний
Морський Університет)*

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ РУХУ ФІДЕРНИХ КОНТЕЙНЕРОВОЗІВ

Стаття присвячена оптимізації маршрутів руху фідерних суден-контейнеровозів на магістрально-фідерній судноплавній лінії. В роботі враховано нерівномірність розподілу порожнього контейнерного обладнання по портах лінії і запропоновано рішення щодо визначення кількості обладнання, яке підлягає репозиції.

Ключові слова: лінійне судноплавство, судно-контейнеровоз, порт перевалки (хаб), маршрутизація, фідерна судноплавна лінія.

Статья посвящена вопросу оптимального движения фидерных судов-контейнеровозов на магистрально-фидерной судоходной линии. В работе учтена неравномерность распределения порожнего контейнерного оборудования по портам линии и предложено решение по определению количества оборудования, которое подлежит репозиции.

Ключевые слова: линейное судоходство, судно-контейнеровоз, порт перевалки (хаб), маршрутизация, фидерная судоходная линия.

Постановка проблеми. Схема руху тоннажу становить базис контейнерної транспортно-технологічної схеми. Організація магістрально-фідерних ліній доцільна з точки зору концентрації вантажопотоків і дозволяє скоротити інтервал відправлення суден, що призводить до підвищення якості транспортного обслуговування вантажовласників, і в результаті до ефективності роботи лінійного флоту. Тому оптимізація маршрутів руху тоннажу на контейнерних судноплавних лініях, зокрема на фідерній ділянці складних ліній, є центральною проблемою в питаннях організації роботи контейнерного флоту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню різних питань, пов'язаних з формуванням маршрутів лінійного тоннажу, присвячена велика кількість робіт вітчизняних і зарубіжних дослідників. Теоретичні положення з обґрунтування організації складних магістрально-фідерних ліній викладені в [1]. В інших джерелах [2] запропоновано модель, рішення якої побудоване на евристичному алгоритмі, що поєднує в собі логічні, евристичні, наближені і строгі способи отримання оптимальних рішень і дозволяє обрати оптимальну магістрально-фідерну схему руху з урахуванням якості обслуговування вантажовласників.

© Савельєва І. В., Дрозжжін О. Л., 2014

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

Дослідженню параметрів маршрутизації з метою визначення та економічного обґрунтування умов, при яких доцільним є створення окремих маршрутних контейнерних ліній, або об'єднання декількох малих контейнеропотоків в єдину збірну лінію, присвячені роботи [3, 4]. В роботі [5] запропоновано рішення з освоєння факультативних контейнеропотоків суднами, які обслуговують лінії з простою і складною схемами руху тоннажу.

Мета статті. У запропонованій статті розглянуто проблему вибору маршруту руху судна-контейнеровоза на фідерній ділянці контейнерної лінії на базі моделі частково цілочисельного лінійного програмування.

Рішення задачі полягає у визначенні оптимального маршруту для фідерного судна-контейнеровоза, у якій критерієм оптимальності обрана максимізація прибутку судноплавної компанії від перевезення контейнерів з урахуванням руху порожнього контейнерного обладнання з портів з надлишком у порти з нестачею.

Виклад основного матеріалу дослідження. Фідерні сервіси в більшості своїй, організуються за щотижневим графіком відправлень. Ці сервіси пропонуються клієнтурі на досить тривалі терміни – від декількох місяців до декількох років. Тому рішення про відкриття фідерного сервісу має бути орієнтоване як на фактичні параметри, так і на прогнозовані, такі як сезонні коливання контейнеропотоків протягом року, тенденції з розвитку ринку, рівень конкуренції в сегменті подібних послуг тощо.

Контейнерні судноплавні компанії орієнтовані на попит (перспективні і вже існуючі контейнеропотоки) на контейнерні перевезення в будь-якому з можливих портів заходу, і ці показники значною мірою визначають рішення по організації фідерного сполучення. Фактичні та прогнозовані показники, що описують кількісну оцінку контейнеропотоку, як правило, розраховуються і коригуються на підставі щотижневих звітів разом із показниками по видатках та доходах. Окрім іншого, на рішення по відкриттю фідерного сервісу впливає багато інших параметрів, такі як швидкість і розміри суден на проектній лінії, кількість доступного на даний момент тоннажу тощо.

Судноплавні компанії розподіляють свої судна за напрямками, які включають в себе від двох і більше портів заходу. Вибір портів транshipmentу (портів-хабів) грає виняткове місце в проектуванні фідерної лінії. Ці порти є єдиними між магістральною і фідерною ділянками маршруту. Таким чином, порт-хаб є початковим і кінцевим для будь-якого замкнутого фідерного маршруту. Регулярні фідерні маршрути пов'язують «хаб» з кількома дрібнішими фідерними портами, розташованими в одному регіоні з портом-хабом.

Контейнери, які завантажені на фідерне судно в одному порту, як правило, транспортуються в кілька портів призначення. Розклади фідерних контейнерних маршрутів, що включають дати і час приходу/відходу в/з кожного порту мають бути оголошені заздалегідь (одна з ознак лінійного судноплавства).

З урахуванням вищезазначеного, для моделювання були зроблені такі припущення:

- фідерною лінією вважається морський маршрут в межах одного і того самого географічного регіону, який включає в себе кілька контейнерних спеціалізованих портів, всі з яких сполучаються з портом-хабом;
- не є обов'язковими суднозаходи в усі контейнерні порти регіону; в деяких випадках суднозаходи або освоєння усієї кількості контейнерів, пред'явлених до перевезення в порту, може бути недоцільним у зв'язку із високими портовими

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

зборами, витратами по НРР та (або тому) за причин недостатньо об'ємного контейнеропотоку;

- фідерне судно може зайти в один порт не більше одного разу (умова Ейлерова циклу в графі);

- маршрут має бути замкнутим, тобто початковий і кінцевий порти збігаються;

- в порту-хабі відбувається перевалка контейнерів з магістральної лінії (чи на магістральну лінію);

- судноплавна компанія, яка надає фідерний сервіс, приймає на себе транспортні витрати, пов'язані з навантаженням контейнерів і витрати по евакуації порожніх контейнерів, а також сплату портових зборів;

- модель передбачає щотижневий відомий попит на перевезення контейнерів для кожної пари портів. Це припущення справедливе, оскільки судноплавна компанія має дані по контейнерообігу за попередні періоди і за прогнозами попиту на підставі букінг-нот вантажовідправників;

- кількість контейнерів, що завантажуються в порту, може бути менше кількості контейнерів, що є у наявності в цьому порту; деякі партії, які пред'являються до перевезення, можуть бути неприбутковими для фідерного обслуговування в першу чергу через невелику партійність, низькі тарифи тощо;

- загальна кількість завантажених і порожніх контейнерів на фідерному судні не може перевищувати його контейнеромісткість на будь-якій з ділянок маршруту;

- попит на порожні контейнери в порту дорівнює загальній кількості завантажених контейнерів, які прибувають в порт у той самий період (умова дотримання балансу);

- якщо в порту має місце дефіцит контейнерного обладнання, то нестача компенсується лізинговим парком контейнерів з припущенням, що є достатня пропозиція для здачі в лізинг.

В межах згаданих припущень треба вирішити такі завдання:

- по визначенню кількості портів заходу і їх послідовності на маршруті;

- по визначенню розміру контейнерних партій, що будуть перевозитися між будь-якими парами портів на маршруті.

Порти заходу, послідовність заходження і контейнеропоток є факторами, які безпосередньо впливають на доходи і витрати, а також, як наслідок, визначають рівень рентабельності контейнерної лінії.

Вихідні дані моделі:

L – кількість портів;

$l_{(i,j)}$ – відстань з порту i в порт j , милі;

v – швидкість судна-контейнеровоза, вуз.;

R_T, R_C – питомі витрати палива і мастильних матеріалів відповідно, т/Квт·г;

C_T, C_C – вартість палива і мастила відповідно, дол. США/т;

W^K – контейнеромісткість судна, дол. США;

D – вагова водотоннажність фідерного контейнеровоза, т ;

A – адміралтейський коефіцієнт;

$N_{\text{вих}}$ – потужність двигуна, Квт;

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

C^q	— добова тайм-чартерна ставка, дол.США/TEU;
$T_{\max}^{кр.р}, T_{\min}^{кр.р}$	— максимальний і мінімальний час кругового рейсу, діб;
$n_{i,j}^{вант}$	— щотижнева очікувана кількість навантажених контейнерів, що заявлені до перевезення між портами i і j , TEU
$n_{i,j}^{пор}$	— кількість порожнього контейнерного обладнання, що зберігається в порту i , TEU
$f_{(i,j)}$	— ставка морського фрахту на перевезення 1 TEU між портами i та j , дол.США/TEU;
$HPP_{навант}^{нав}$	/ вартість навантажувально-вивантажувальних робіт в порту i
$HPP_{розвант}^{нав}$	— умовного контейнерного еквівалента з вантажем, дол.США/TEU;
$HPP_{навант}^{пор}$	/ вартість навантажувально-вивантажувальних робіт в порту i
$HPP_{розвант}^{пор}$	— умовного контейнерного еквіваленту порожнем, дол.США/TEU;
$C_{сз}$	— портові збори, дол. США;
$T_{вант}^{нав}, T_{вивант}^{нав}$	— середній час навантаження і вивантаження умовного контейнерного еквівалента з вантажем, год/TEU;
$T_{вант}^{пор}, T_{вивант}^{пор}$	— середній час навантаження і вивантаження умовного контейнерного еквівалента порожнім, год/TEU;
$T_{дод}^{приб}, T_{дод}^{відб}$	— час очікування по прибуттю і по відходу у(з) порт(у) i , год.;
$C_i^{зб}$	— вартість зберігання у порту i , дол.США·доб/TEU;
$C_i^{л}$	— вартість по короткостроковому лізингу в порту i , дол. дол.США·доб/TEU;

Завдання по визначенню оптимального маршруту для фідерного судна, з урахуванням вищевикладеного полягає у відборі оптимального, з точки зору максимізації прибутку, набору портів заходу та їх послідовності, а також партіонності для транспортування між будь-якими двома портами на маршруті. Таке завдання може бути вирішене на основі змішаного цілочисельного лінійного програмування.

Введемо змінну k , якій відповідає певна кількість сегментів на фідерному маршруті. Кожен сегмент описується сполученням між двома послідовними портами (i і j) на маршруті.

Судну-контейнеровозу необхідно завершити маршрут в початковому порту (хабі), мінімальна кількість сегментів дорівнює 2.

Загальна кількість сегментів, які приймаються в розгляд, відповідає змінній K .

Тобто, $K = 2, 3, \dots, n$, $k = 1, 2, 3, \dots, K$. Робота суден на кожному сегменті маршруту характеризується часом доставки і кількістю вантажних і порожніх контейнерів. В моделі прийняті такі позначення для змінних:

$$X_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{якщо судно заходить в порт } i, \text{ на сегменті } k, \\ 0, & \text{в протилежному випадку;} \end{cases}$$

$$q_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{якщо судно переходить з порту } i \text{ в порт } j \text{ на} \\ & \text{сегменті } k, \\ 0, & \text{в протилежному випадку;} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 p_{(i,j),k}^{нав} &= \begin{cases} 1, \text{ якщо судно приймає вантаж } (i, j) \text{ наприкінці} \\ \text{сегменту } k, \\ 0, \text{ в протилежному випадку;} \end{cases} \\
 p_{(i,j),k}^{розв} &= \begin{cases} 1, \text{ якщо судно розвантажує вантаж } (i, j) \text{ напри-} \\ \text{кінці сегменту } k, \\ 0, \text{ в протилежному випадку;} \end{cases} \\
 p_{(i,j),k}^M &= \begin{cases} 1, \text{ якщо судно не навантажує і не вивантажує ван-} \\ \text{таж } (i, j) \text{ наприкінці сегменту } k, \\ 0, \text{ в протилежному випадку;} \end{cases} \\
 y_{(i,k)} &= \begin{cases} 1, \text{ якщо судно перевозить вантаж } (i, j) \text{ на сегменті} \\ k, \\ 0, \text{ в протилежному випадку;} \end{cases} \\
 T_k &- \text{ час рейсу судна на сегменті } k, \text{ год;} \\
 T^{кр,р} &- \text{ загальний час кругового рейсу, год;} \\
 n_k^{нав}, n_k^{пор} &- \text{ кількість контейнерів у вантажу і порожніх, які пе-} \\ &\text{ревозяться на сегменті } k; \\
 \alpha_k &- \text{ первинний порт на сегменті } k; \\
 p^K &- \text{ прибуток судноплавної компанії від експлуатації} \\ &\text{фідерного судна на комплексі сегментів маршрута } K
 \end{aligned}$$

тоді,

$$P^K \rightarrow \max \quad (1)$$

в задачі прийняті такі обмеження:

$$\sum_{i=1}^L x_{ik} = 1, \forall i = 1, \dots, K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1} q_{jik} = x_{ik}, \forall k, \forall i \quad (3)$$

$$\sum_{j=1} q_{ji(k+1)} = x_{ik}, \forall k < K \quad (4)$$

$$\sum_{j=1} q_{ijk} = 1, i = 1, k = 1 \quad (5)$$

$$\sum_j q_{jik} = 1, i = 1, K = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^K p_{(i,j),k}^{нав} = y_{(i,j)}, \forall i, j \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^K p_{(i,j),k}^{розв} = y_{(i,j)}, \forall i, j \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^K p_{(i,j),k}^{нав} \leq x_{(i,j)}, \forall i, j \text{ і } \forall k \quad (9)$$

$$p_{(i,j),k}^{розв} \leq x_{j,k}, \forall i, j \text{ та } \forall k \quad (10)$$

$$p_{(i,j),k+1}^M = p_{(i,j),k}^M + p_{(i,j),k}^{нав} - p_{(i,j),k}^{розв} \quad \forall i, j \text{ та } \forall k \quad (11)$$

якщо $k = K \Rightarrow k+1$ пересувається на $k = 1$

$$p_{(i,j),k}^M \leq y_{(i,j)}, \forall i, j \text{ та } \forall k \quad (12)$$

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

$$n_k^{наг} + n_k^{ноп} \leq W^K, \forall k \quad (13)$$

$$T_{\min}^{кр.р} \leq \frac{T_k}{24} \leq T_{\max}^{кр.р} \quad (14)$$

Час кругового рейсу може бути розрахований як сума часу на ходу і на стоянці, а також додаткового часу на швартовочні операції (15).

$$T^{кр.р} = \frac{1}{24} \left(\frac{\sum_i \sum_j L_{ij} q_{ijk}}{v} + \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L n_{i,j}^{наг} y_{(i,j)} (T_{розв\ i}^{наг} + T_{нав\ j}^{наг}) + \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L n_{i,j}^{ноп} (T_{розв\ i}^{ноп} + T_{нав\ j}^{ноп}) + \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^K x_{ik} (T_{дод}^{приб} + T_{дод}^{відб}) \right) \quad (15)$$

Обмеження (2) виражає необхідність суднозаходу тільки в один порт кожного сегменту.

Вирази (3) – (6) – мережеві обмеження, що забезпечують умову того, що судно починає і закінчує схему в порту перевалки (хабі). Рухаючись замкнутим маршрутом; судно може здійснити захід, а може ігнорувати порт заходу.

Якщо судно передбачає завантаження вантажем (i, j) наприкінці ділянки k , мають бути задовільні дві умови. По-перше, судно має відвідати порт вантаження i , по-друге, воно має перевести вантаж (i, j) .

Рівності (7) і (8) забезпечують умову можливості судном не приймати вантаж (i, j) , тобто $y_{(i,j)} = 0$, таким чином це судно і не може здійснити навантаження або вивантаження цього вантажу у портах. В протилежному випадку, якщо вантаж обслуговується на ділянці (i, j) , то $y_{(i,j)} = 1$.

Обмеження (9) і (10) відображає умову, що коли судно не відвідує порт відправлення (призначення), відповідний до контейнеропотоку (i, j) наприкінці сегменту k , то воно, відповідно, і не може навантажити (вивантажити) вантаж (i, j) наприкінці ділянки k .

Рівність (11) описує необхідність в перевезенні судном вантажу (i, j) з порту відправлення у порт призначення.

Рішення завдання з маршрутизації фідерних контейнеровозів пов'язане з необхідністю проектування в перспективі стійкого, заздалегідь оголошеного клієнтурі розкладу, отже, маршрути повинні встановлюватися на якийсь тривалий, фіксованих термін. Цей період містить в собі декілька кругових рейсів. Таким чином, процес стосується як контейнерів, завантажених під час одного кругового рейсу, так і вивантажених в наступному (обмеження (11) і (12)).

Обмеження по контейнеромісткості (13) припускає, що загальна кількість завантажених і порожніх контейнерів на борту не перевищує контейнеромісткості на кожному сегменті.

Обмеження (14) пов'язане з часом кругового рейсу, розрахованого в годинах. Це обмеження має метою запобігання суднозаходу фідерного судна задовго до (чи задовго після) прибуття магістрального контейнеровоза.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

Сумарна кількість навантажених і порожніх контейнерів ($n_k^{вант}$ і $n_k^{пор}$ відповідно) на борту судна на сегменті k , яка описана нерівністю (13), вимагає певних пояснень.

Якщо визначення кількості контейнерів з вантажем, які транспортуються на будь-якому сегменті, є досить простим завданням, то визначення по кількості порожнього контейнерного обладнання, яке підлягає репозиції, є досить складним завданням. Оскільки різниця між прогнозованою кількістю контейнерів, запланованих під навантаження, і фактичною завжди відома на момент «vessel's deadline», то загальна кількість навантажених контейнерів, що перевозяться на будь-якому сегменті визначається таким чином:

$$\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L n_{k(i,j)}^{вант} p_{(i,j)k}^M = n_k^{вант} \quad (16)$$

Для того, щоб визначити кількість порожніх контейнерів для репозиції, введемо наступні допоміжні змінні: кількість порожніх контейнерів, що транспортуються між портами i та j :- $n_{i,j}^{пор}$; кількість контейнерів, які знаходяться на зберіганні в порту i :- $n_i^{зб}$; кількість контейнерів у лізингу в порту i - $n_i^л$

Після зведення до задачі лінійного програмування отримаємо групу нерівностей (17) – (24):

$$n_i^+ - M \cdot g_i \leq 0 \quad (17)$$

$$n_i^{out} - n_i^{in} + n_i^+ \geq 0 \quad (18)$$

$$n_i^{out} - n_i^{in} + n_i^+ - M(1 - g_i) \leq 0 \quad (19)$$

$$n_i^- - M \cdot h_i \leq 0 \quad (20)$$

$$n_i^{out} - n_i^{in} + n_i^- \geq 0 \quad (21)$$

$$n_i^{out} - n_i^{in} + n_i^- - M(1 - h_i) \leq 0 \quad (22)$$

$$n_i^л = n_i^- - \sum_{j=1}^L n_{j,i}^{пор} \quad \forall i \in 1, \dots, L \quad (23)$$

$$n_i^{зб} = n_i^+ - \sum_{j=1}^L n_{j,i}^{пор} \quad \forall i \in 1, \dots, L \quad (24)$$

де

g_i, h_i , допоміжні бінарні змінні, $\forall i \in 1, \dots, L$

n_i^- кількість потрібних порожніх контейнерів в кожному порту i , TEU;

n_i^+ число надлишкових порожніх контейнерів в кожному порту заходу i , TEU;

n_i^{in} кількість контейнерів, що приходять у порт i , TEU;

n_i^{out} кількість контейнерів, що виходять з порту i , TEU;

M досить велика константа.

Таким чином, потоки порожніх контейнерів кореспондуються між двома будь-якими портами i і j , а не для сегментів k . Для того, щоб обчислити загальну кількість порожніх контейнерів, що транспортуються на ділянці k , необхідно задати початковий порт сегмента, що позначається як α_k .

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n i \cdot q_{ijk} = \alpha_k, \quad \forall k \quad (25)$$

Тепер кількість порожнього контейнерного обладнання n_k^{nop} може бути розраховане таким чином:

$$n_k^{nop} = \begin{cases} \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^n n_{k, \alpha_i, \alpha_j}^{nop} + \sum_{i=k+2}^n \sum_{j=k+1}^{i-1} n_{k, \alpha_i, \alpha_j}^{nop} & k = 1 \\ \sum_{i=k+2}^n \sum_{j=k+1}^{i-1} n_{k, \alpha_i, \alpha_j}^{nop} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^n n_{k, \alpha_i, \alpha_j}^{nop} + \\ + \sum_{i=k+2}^n \sum_{j=k+1}^{i-1} n_{k, \alpha_i, \alpha_j}^{nop} & 1 < k < K-1 \\ \sum_{i=2}^k \sum_{j=1}^{i-1} n_{k, \alpha_i, \alpha_j}^{nop} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^n n_{k, \alpha_i, \alpha_j}^{nop} & k = K-1 \\ \sum_{i=2}^k \sum_{j=1}^{i-1} n_{k, \alpha_i, \alpha_j}^{nop} & k = K \end{cases} \quad (26)$$

Витрати фідерного судна з доставки контейнерів структурно поділяються на постійні – витрати, пов'язані з перевезенням контейнерів морем, і змінні – витрати, пов'язані з обробкою в порту [6].

Прибуток судноплавної компанії, P^K , розрахуємо як різницю між доходами, які отримано від транспортування навантажених контейнерів P_K , транспортними витратами R_K' та витратами по евакуації порожнього обладнання R_K'' .

$$P^K = P_K - R_K' - R_K'' \quad (27)$$

$$R_K' = C^q \cdot T^{kp,p} + \sum_{k=1}^K \frac{(C_T R_T + C_C R_C) \cdot D^{\frac{2}{3}} \cdot v^3 \cdot 0,7457 \cdot T_k}{A} + \\ + \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^K C_{cs} \cdot W^K \cdot x_{ik} + \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^L n_{i,j}^{вант} y_{(i,j)} (HPP_{навант_i}^{вант} + HPP_{розвант_i}^{вант}) \quad (28)$$

$$R_K'' = \sum_{i=1}^n (C_i^{зб} \cdot n_i^{зб} + C_i^л \cdot n_i^л) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n n_{i,j}^{пор} (HPP_{навант_i}^{пор} + HPP_{розвант_i}^{пор}) \quad (29)$$

$$P^K = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L n_{i,j}^{вант} \cdot y_{(ij)} \cdot f_{ij} \quad (30)$$

Висновки та пропозиції. Запропонована вище модель дозволяє визначити оптимальний маршрут для контейнерного фідерного судна для певного числа сегментів K . Продовження дослідження може бути пов'язаним із визначенням оптимального набору таких сегментів. Така проблема полягає в області комбінарної оптимізації і може бути вирішена за допомогою задачі «про рюкзаки», чи одним з методів, побудованим на тому ж алгоритмі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Панарин П. Я. Организация работы линейного флота [Текст] : монография / П. Я. Панарин. – М.: Транспорт, 1980. – 190 с. : ил., граф., табл. – Библиогр.: 188 с.
2. Совершенствование форм и методов управления работой флота и портов: отчет о НИР (промежуточный) / Одесский институт инженеров морского флота (ОИИМФ); рук. П. Я. Панарин; исп.: П. Н. Берёзов, Я. А. Горшков, В. И. Доронин. – Одесса, 1987. – 88 с. № ГР 01860099289.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТУ

3. Бруев А. П. Совершенствование методов планирования и организации перевозок грузов в контейнерах на речном транспорте: дис. к. т. н.: 05.22.19 / Бруев Андрей Павлович. – Н. Н, 2004. – 223 с.
4. Бруев А. П., Уртминцев Ю. Н. Логистическое обоснование параметров маршрутизации линий. Тр. ВГАВТ, вып. – ГОУ ВПО ВГАВТ, 2003.
5. Кириллов Ю. И. Організація та управління роботою суден в контейнерній транспортно-технологічній системі : дис. к. т. н. : 05.22.01 / Кириллов Юрій Іванович. – Одеса, 2013. – 24 с. – укр.
6. Ковалева Ю. А. Классификация расходов линейных судоходных компаний с учетом влияния изменения размеров судов / Ю.А. Ковалева // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць. – Вип. 36. – Одеса: ОНМУ, 2011. – С. 75-87.

Iryna V. Savelieva, Doctor of Science (Economical Sciences)
(Associate Professor, dep. «Marine Transportation», Odessa National Maritime University)

Oleksiy L. Drozhzhyn

(Assistant Lecturer, Odessa National Maritime University)

THE OPTIMAL NETWORK MODELING FOR THE FEEDER CONTAINER SHIPS

This work is devoted to the design of optimal motion feeder container vessels on the trunk and feeder (hub-and-spoke) shipping line. Given the requirements that apply to feeder lines, formulated the task of choosing the optimal route, consisting of a set of segments, consisting of pairs of ports in the region. On the basis of claims submitted to the feeder vessels operation, developed mathematical model, which allows to select ports of call on the line, and to determine their sequence.

The paper takes into account the uneven distribution of the empty container equipment on the line ports and prepositional solution to determine the amount of container equipment, which is subject to reposition. The solution of the problem is achieved on the basis of a mixed integer linear programming. The criterion function of the problem is focused on maximizing profits container company.

Keywords: liner shipping, containership, hub port, network, feeder shipping line.

REFERENCES

1. Panarin P. Ja. Organizacija raboty linejnogo flota [Text] : monograph / P. Ja. Panarin. – Moskva: Transport Publ, 1980. – 190 p.
2. Sovershenstvovanie form i metodov upravlenija rabotoj flota i portov: otchet o NIR (promezhutochnyj) / Odesskij institut inzhenerov morskogo flota (OIIMF) Publ; P. Ja. Panarin; P. N. Berjozov, Ja. A. Gorshkov, V. I. Doronin. – Odessa, 1987.- 88 p. reg. 01860099289.
3. Bruev A. P. Sovershenstvovanie metodov planirovanija i organizacii perevozok грузов в контейнерах на речном транспорте: diss. cand. of techn. science: 05.22.19 / Bruev Andrej Pavlovich. – Nizhnij Novgorod, 2004. – 223 p.
4. Bruev A. P., Urtminceva Ju. N. Logisticheskoe obosnovanie parametrov marshrutizacii linij. VГАVТ Publ. – Nizhnij Novgorod, 2003.
5. Kirillov Ju. I. Organizacija ta upravlinnja robotoju suden v kontejnernij transportno-tehnologichnij sistemі : diss. cand. of techn. science: 05.22.01 / Kirillov Jurij Ivanovich. – Odessa, 2013. – 24 p. – ukr.
6. Kovaleva Ju. A. Klassifikacija rashodov linejnyh sudohodnyh kompanij s uchetom vlijanija izmenenija razmerov sudov / Ju. A. Kovaleva // Rozvitok metodiv upravlinnja ta gospodarjuvannja na transporti: Zb. nauk. prac'. – Vip. 36. – Odesa: ONMU, 2011. – p. 75 – 87.