



УДК 656.614:629.4.066

FORMATION OF OPTIONS OF DELIVERY OF CARGO IN THE ENVIRONMENT OF THE PROJECT OF THE ORGANIZATION OF MARITIME TRANSPORTATION**ФОРМУВАННЯ ВАРИАНТІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У СЕРЕДОВИЩІ ПРОЕКТУ ОРГАНІЗАЦІЇ МОРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ****Pavlova N.L./ Павлова Н.Л.***senior lecturer/ старший викладач*

ORCID: 0000-0001-7528-2370

*Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova, 34, 65029**Одесский национальный морской университет, Одесса, Мечникова, 34, 65029*

Анотація. У статті розглянуто методичні положення щодо формування варіантів доставки вантажів при організації морських перевезень з використанням методології проєктного менеджменту. Сформульовано завдання побудови маршрутів суден при оперативному управлінні роботою флоту. Представлено економіко-математичну модель для визначення оптимальних схем руху судна, в результаті застосування якої транспортно-експедиторські компанії отримують систему ухвалення рішень, які адекватні сучасним умовам управління процесами перевезення вантажів морським флотом.

Ключові слова: транспортно-експедиторська компанія, варіанти доставки вантажу, схема руху судна, час доставки.

Вступ.

Значна потужність транспортної інфраструктури України, вигідне її географічне положення, а також зростання зовнішньоторговельних відносин висувають експедитора в число провідних ланок транспортного процесу доставки вантажів. Експедиція також є одним з провідних видів комерційної роботи, які здатні без істотних капітальних додаткових вкладень позитивно впливати на транспортні процеси.

Виходячи з суті, стану і значущості проблеми актуальність теми визначається тим, що морський транспорт України працює в умовах ринку і жорсткої конкуренції з боку економічно розвинених країн світу. Ринок припускає постійну зміну кон'юнктури і умов. Управління змінами пов'язане з розробкою проєкту, в середовищі якого формуються адекватні рішення. Експедитор стає керівником, який реалізує проєктні рішення щодо ефективного руху транспортних засобів, забезпечує прогнозування і планування перевезень, стеження за рухом транспортних засобів, контейнерів, за годиною доставки товару. Рішення такого роду проблем пов'язане із створенням гнучких систем ухвалення рішень на базі економіко-математичних моделей в середовищі проєкту організації морських перевезень.

Основний текст.

Організація роботи судів є цілим комплексом питань, що відносяться до різних рівнів планування (оперативному і стратегічному) і різних форм судноплавства. З урахуванням специфіки об'єму інформації і багатоваріантності альтернатив, рішення виникаючих завдань, як правило, здійснюється на базі математичного моделювання. При цьому у багатьох ситуаціях виникають моделі значного розміру, що робить складним їх практичне використання. Така



ситуація пояснюється великою кількістю інформації, що описує транспортний процес і супутні йому умови.

Для визначення варіантів доставки вантажів потрібне рішення задачі маршрутизації роботи судна. Завдання формулюється наступним чином. Кожне судно в періоді часу t має в своєму розпорядженні бюджет часу. В процесі перевезень воно здійснює шлях, що складається з послідовності дуг. Причому, кінець попередньої дуги співпадає з початком наступної. Такий шлях також може бути представлений у вигляді послідовності портів заходу судна. Початком шляху є порт його звільнення від зобов'язань передпланового періоду.

В процесі переміщення судно перевозить певну кількість вантажу. Направлене переміщення судна з конкретним завантаженням між двома кореспондуючими портами відповідає поняттю ділянки роботи судна.

Технологічний процес роботи судна на ділянці j складається з основних операцій, таких як завантаження t_{nj} , вивантаження t_{ej} , перехід t_{xj} , які включають всі відповідні допоміжні операції. Тоді процес, пов'язаний з доставкою вантажів по схемі описується наступними співвідношеннями:

$$t_{nj} = t_{ej} = 0, \quad (1)$$

якщо судно здійснює на ділянці j баластний перехід;

$$t_{nj} \neq 0, t_{ej} = 0, \quad (2)$$

якщо судно частково або повністю завантажується в початковому порту без вивантаження в кінцевому порту ділянки;

$$t_{nj} \neq 0, t_{ej} \neq 0, \quad (3)$$

якщо судно вантажиться і вивантажується в портах ділянки;

$$t_{nj} = 0, t_{ej} \neq 0, \quad (4)$$

якщо судно не завантажується в початковому порту, а розвантажується в кінцевому.

Розглянута постановка завдання носить концептуальний характер і вимагає алгоритмічної конкретизації. У зв'язку з цим, сформулюємо завдання побудови маршрутів суден при оперативному управлінні роботою флоту [1-4].

Відповідно до встановленої структури вантажопотоків потрібно виконати перевезення вантажів між портами відправлення і призначення. Кожна така пара портів (відправлення і призначення), між якими заявлений певний об'єм перевезень, служить основою для побудови схем руху. Схема руху, залежно від вантажопідйомності і вантажомісткості суден, а також об'єму перевезень, може включати одну пару портів, дві, три і більшу кількість пар портів.

Схеми руху і відповідне їм завантаження суден визначають варіанти їх роботи. Варіанти роботи суден об'єднуються в маршрути, які служать основою оптимізації роботи флоту з використанням економіко-математичних моделей.

Для кожного конкретного судна залежно від тривалості планового періоду, об'єму перевезень і структури вантажопотоків може бути одержано безліч варіантів роботи. З них потрібно виділити допустимі, виходячи з різного роду експлуатаційних і комерційних умов, а серед допустимих – оптимальний за прийнятим критерієм.

Процес формування допустимих варіантів доставки вантажів (роботи



судна) складається з наступної послідовності окремих операцій:

- формальна побудова схем руху на основі кореспонденції і структури вантажопотоків шляхом всілякого поєднання портів відправлення і призначення;
- визначення сукупності допустимих варіантів схем з урахуванням вимог до організації руху судна;
- розрахунок завантаження судна по схемах руху, часу доставки (рейсу), експлуатаційних і фінансово-валютних показників;
- визначення сукупності варіантів роботи судна, що задовольняють експлуатаційним і комерційним умовам.

Формальна побудова всіляких варіантів схем руху проводиться поєднанням S пар портів для певного періоду T . Індекс n в поєднаннях представляє кількість пар портів в структурі вантажопотоків. У кожному поєднанні виділяються порти завантаження (i) і розвантаження (j). Однакові найменування портів об'єднуються. У середині кожного такого «стислового» поєднання виконуються всілякі перестановки портів завантаження і розвантаження. До одержаних комбінацій приєднується порт звільнення судна від зобов'язань, пов'язаних з перевезенням вантажів в попередньому рейсі (рейсах), підготовленому на основі інформації вищого рівня достовірності.

Структура схем і маршрутів зображена на рис.1.

Відомо, що експедитор діє за дорученням вантажовласника і відстоює його інтереси. Тому при організації доставки вантажів прагнуть до зменшення витрат. Тоді, виходячи із структури процесу, визначення оптимальних схем руху судна може бути проведено на основі наступної економіко - математичної моделі задачі:

$$\sum_{k=0}^{T-1} \sum_{i=1}^{A(k)} \sum_{j=1}^{L_j} R_{ij}(k) X_i(k) U_{ij}(k) \rightarrow \min \quad (5)$$

$$R_i(X_i(k+1)) = \sum_{j=1}^{L_i} R_i(X_{ij}(k) + R_{ij}(k)) U_{ij}(k) \quad (6)$$

$(k = 0, 1, \dots, T-1; i = 1, 2, \dots, A(k))$

Цільова функція задачі визначає таке рішення, яке забезпечує максимальні доходи судна по всіх рейсах, що входять в даний плановий період.

Таке співвідношення є рівнянням руху системи.

$$\sum_{j=1}^{L_i} U_{ij}(k) = 1 \quad (7)$$

$$(k = 0, 1, \dots, T-1; i = 1, 2, \dots, A(k))$$

$$U_{ij}(k) \in \{0, 1\} \quad (8)$$

$$(k = 0, 1, \dots, T-1; i = 1, 2, \dots, A(k); j = 1, 2, \dots, L_i(k))$$

Дані умови визначають обмеження, що накладаються на параметри управління в моделі.



$$R_j(X_j(T)) = 0$$

$$(j = 1, 2, \dots, L_i(k))$$

(9)

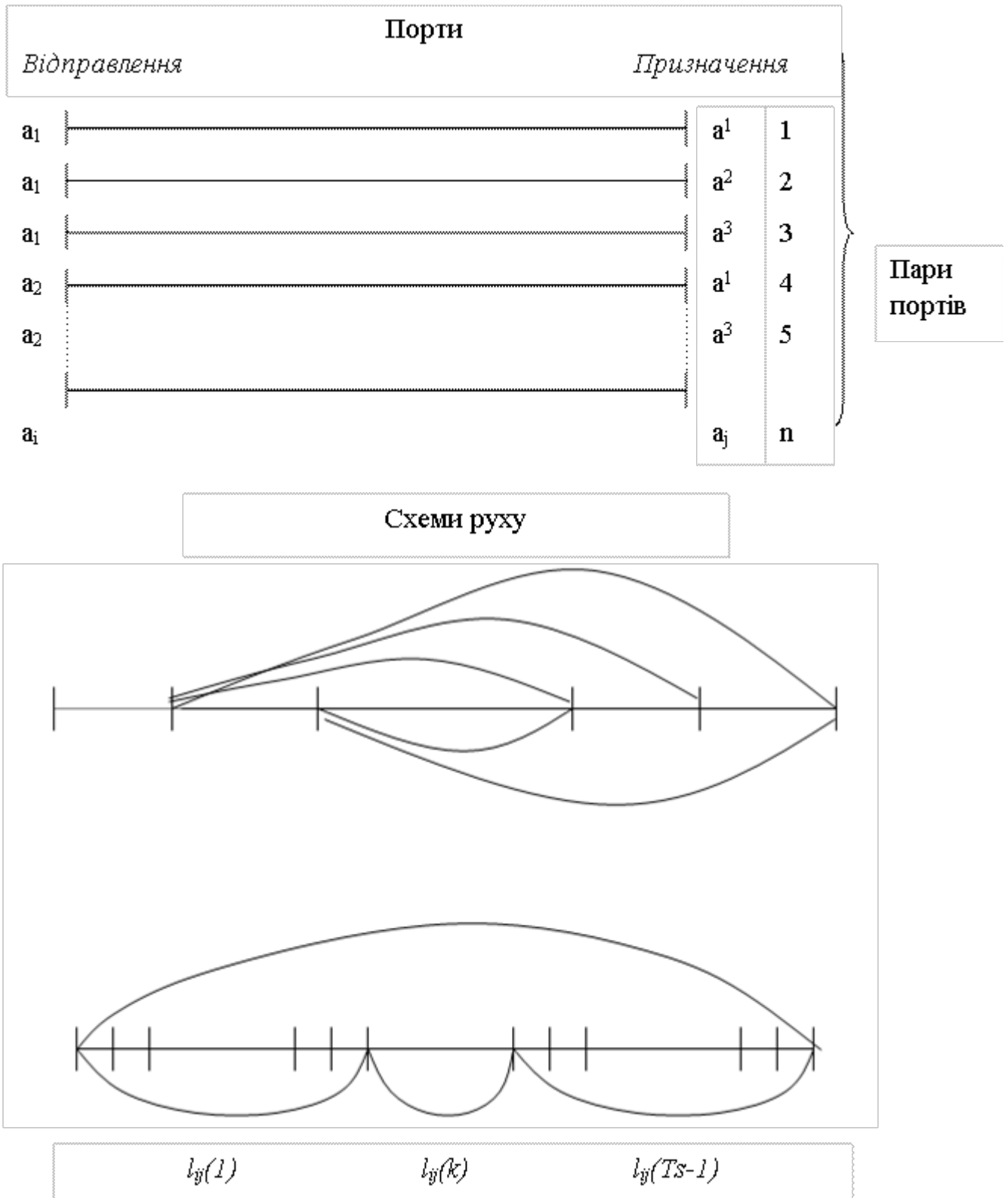


Рис.1. Структура схем і маршрутів

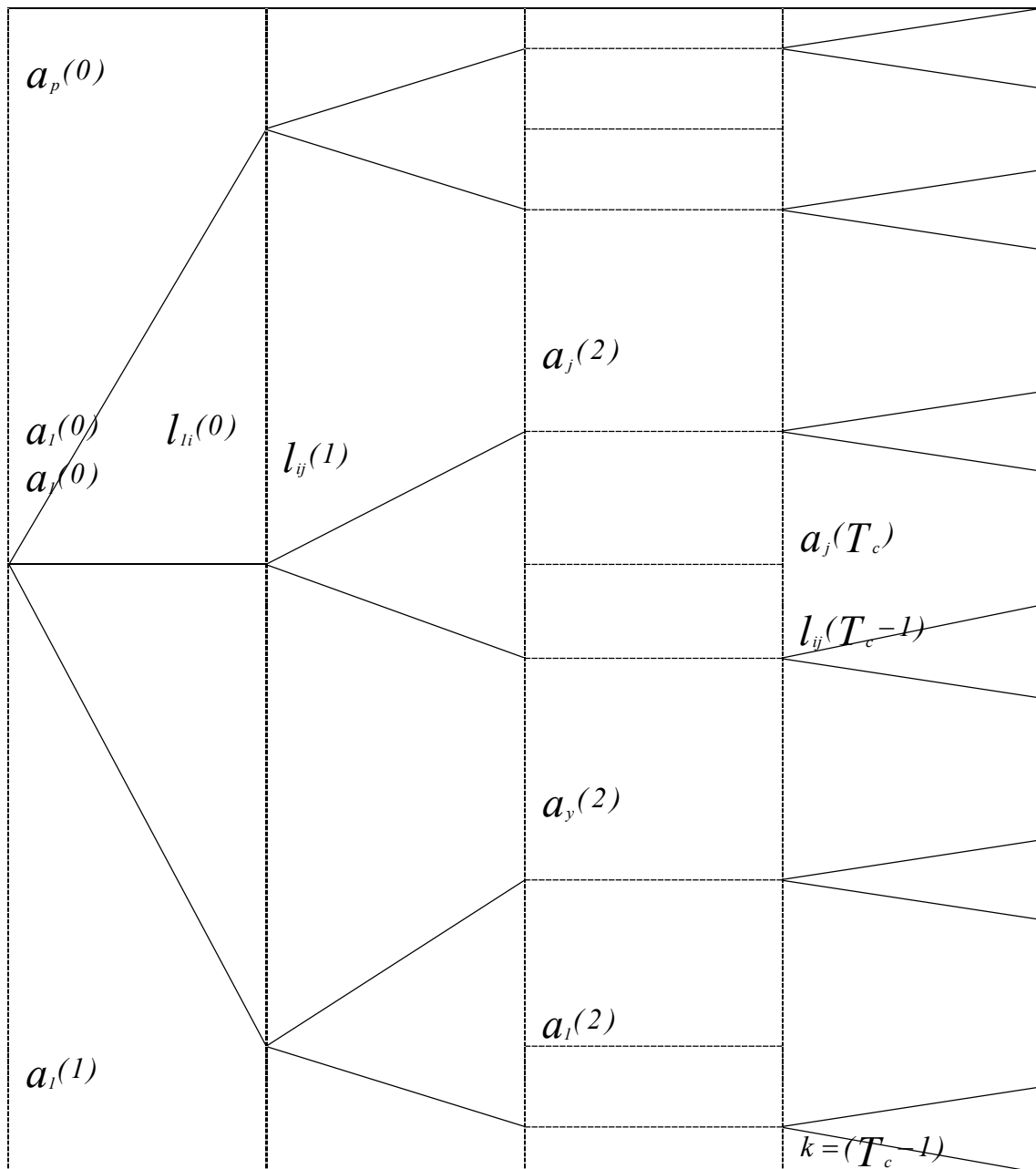


Рис. 2. Структура дерева маршрутів суден

Даний вираз характеризує граничні значення показника якості.

де $R_{ij}(k)$ – величина доходів судна при роботі по схемі руху $L_{ij}(k)$;

$R_i(X_i(k))$ – величина доходів судна в поточній позиції;

$A_i(k); X_i(k); X_j(k)$ – стан системи на кроці;

$U_{ij}(k)$ – параметр управління, який приймає значення:

$$U_{ij}(k) = \begin{cases} 1, \text{ якщо у вершині дерева маршрутів вибирається схема руху } L_{ij}(k) \\ 0, \text{ інакше} \end{cases}$$

Виходячи з принципу оптимальності Р. Белмана, пошук оптимальної траєкторії починається з кінця процесу [1; 6]. Тоді в будь-якому стані $X_j(T-1)$ на кроці $T-1$ значення функціонала визначатиметься рівнянням:



$$Z_i(T-1) = R_{ij}(T-1)U_{ij}(T-1) \quad (10)$$

$$(i = 1, 2, \dots, A(T-1)); j = 1, 2, \dots, L_i(T-1)$$

Оскільки в $X_{j(T-1)}$ можна вибрати декілька управлінь, то оптимальне з них встановлюється виходячи з наступного виразу:

$$\hat{Z}_i(T-1) = \min_{U_{ij}(T-1) \in U_i(T-1)} \{R_{ij}(T-1)U_{ij}(T-1)\} \quad (11)$$

$$(i = 1, 2, \dots, A(k); j = 1, 2, \dots, L_i(T-1))$$

При цьому використовується наступна евристична процедура. Всі варіанти роботи судна в кожній поточній позиції розглядаються в послідовності, визначуваній другим пріоритетним рядом, що характеризує витрати судна при роботі по схемі руху $l_{ij}(k)$.

Після того, як визначені оптимальні управління у всіх станах, виконується перехід до кроку $T = 2$.

$$Z_i(T-2) = R_{ij}(T-2)U_{ij}(T-2) + \hat{Z}_i(T-1) \quad (12)$$

$$(i = 1, 2, \dots, A(T-2)); j = 1, 2, \dots, L_i(T-2)$$

Оптимальне ж рівняння встановлюється з наступного рівняння:

$$\hat{Z}_i(T-1) = \min_{U_{ij}(T-2) \in U_i(T-2)} \{R_{ij}(T-2)U_{ij}(T-2) + \hat{Z}_i(T-1)\} \quad (13)$$

$$(i = 1, 2, \dots, A(T-2); j = 1, 2, \dots, L_i(T-2))$$

У загальному

$$\hat{Z}_i(T-k-1) = \min_{U_{ij}(T-k-1) \in U_i(T-k-1)} \{R_{ij}(T-k-1)U_{ij}(T-k-1) + \hat{Z}_i(T-k)\}$$

випадку справедлива наступна рекурентна процедура:

$$(k = 0, 1, \dots, T-1; i = 1, 2, \dots, A(k)) \quad (14)$$

Описана процедура руху від кінця до початку проміжку $(0, T)$ триває до отримання значення, яке і потрібно встановити. В результаті виконання описаних вище операцій буде встановлений оптимальний для даного судна маршрут.

Висновки.

Сформульовані в роботі методичні положення по інтеграції рішень узагальнюють і розвивають наявні результати з використанням методології проектного менеджменту.

Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає в тому що, працівники транспортно-експедиторських компаній отримають систему ухвалення рішень, які адекватні сучасним умовам управління процесами перевезення вантажів морським флотом, що дозволяє:

- підвищити ефективність і якість управлінських рішень, що приймаються на основі моделей і методів;
- скоротити витрати праці робітників підрозділів транспортно-експедиторських компаній за рахунок застосування сучасних технологій в локальній мережі персональних комп'ютерів.



Література:

1. Громовой Э.П. Математические методы и модели в планировании и управлении на морском транспорте. – М. : Транспорт, 1979. – 360 с.
2. Шибаев А.Г. Обобщение и развитие моделей оптимальной расстановки флота морской судоходной компании // Вісник Одеського державного морського університету, 1998. – № 2. – С. 66-72.
3. Шибаев А.Г., Вишневський Д.О. Обоснование параметров эффективности линейного сервиса универсальных судов для грузовладельца и судовладельца // Вісник Одеського національного морського університету, 2015.- № 4(46). – С.10-25.
4. Левый В.Д. Оперативное управление работой флота – М.: Транспорт, 1981. -157 с.
5. Левый В.Д. Оптимизация планирования работы флота – М.: Рекламбюро ММФ, 1971. – 76 с.
6. Кириллова Е.В. Организация и управление работой морских судов в роликерной транспортно-технологической системе: дис. канд. техн. наук; ОНМУ. - Одесса, 2004. – 184 с.

References:

1. Gromovoy E.P. (1979) Matematicheskie metody i modeli v planirovanii i upravlenii na morskoye transporte [Mathematical methods and models in planning and management of maritime transport]. – М.: Transport, – 360 p.
2. Shibaev A.G. (1998) Obobschenie i razvitie modeley optimalnoy rasstanovki flota morskoy sudohodnoy kompanii [Generalization and development of models for the optimal arrangement of the fleet of a maritime shipping company] *Visnyk Odeskoho derzhavnoho morskoho universytetu*, vol. 2, pp. 66-72.
3. Shibaev A.G., Vishnevskiy D.O. (2015) Obosnovanie parametrov effektivnosti lineynogo servisa universalnykh sudov dlya gruzovladel'tsa i sudovladel'tsa [Substantiation of the efficiency parameters of the linear service of universal vessels for the cargo owner and ship owner] *Visnyk Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu*, vol. 4, no. 46, pp.10-25.
4. Levyy V.D.(1981) Operativnoe upravlenie raboty flota [Operational management of the fleet] – М. : Transport. –157 p.
5. Levyy V.D. (1971) Optimizatsiya planirovaniya raboty flota [Fleet planning optimization]– М.: Reklambyuro MMF. – 76 p.
6. Kirillova E.V. (2004) Organizatsiya i upravlenie raboty morskikh sudov v rolkernoy transportno-tehnologicheskoy sisteme [Organization and management of the work of sea vessels in the ro-ro transport and technological system]: dis. kand. tehn. nauk; ONMU. - Odessa. – 184 p.

Abstract. *The article discusses the methodological provisions for the formation of options for the delivery of goods when organizing sea transportation using the methodology of project management. The tasks of constructing the routes of ships in the operational management of the fleet are formulated. An economic and mathematical model is presented to determine the optimal ship movement patterns, as a result of which transport and forwarding companies will receive a decision-making system that is adequate to modern conditions of management of cargo transportation processes by the navy.*

Key words: *transport and spedition company, options for cargo delivery, traffic separation scheme, time of delivery.*