

Коскіна Ю.О.

Одеський національний морський університет

ТЕОРЕТИКО-ІГРОВА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВИБОРУ ФРАХТОВОЇ СТРАТЕГІЇ ПРИ ФОРМУВАННІ РЕСУРСІВ ФЛОТУ

Основним виробничим ресурсом судноплавної компанії є наявний флот та часові параметри його експлуатації. Метою його експлуатації, яку ставить перед собою судноплавна компанія, є отримання максимально можливого прибутку. Враховуючи основне призначення торговельного флоту – транспортне обслуговування вантажопотоків – отримання прибутку залежить від наявної вантажної бази, оцінити параметри якої у довгостроковій перспективі є вкрай складним завданням, яке за фактом зводиться до прогнозів розвитку товарних ринків. Наразі рішення щодо формування структури ресурсів флоту ухвалюються одночасно та на порівняно тривалі періоди часу.

У статті виділено основні параметри вантажопотоків, які співвіднесено із ресурсами судноплавної компанії за флотом: кількість вантажу – загальна чиста вантажопідіймальність наявного тоннажа, терміни виконання перевезення – експлуатаційний період, відстань перевезення – тривалість виконання одного рейсу з перевезення партії вантажу. Надалі вони фіксуються у договорах перевезення вантажів, які укладаються на тривалі терміни (фрахтових контрактах).

Задачу управління ресурсами судноплавної компанії у статті подано із використанням теорії ігор. За такого підходу стратегіями судноплавної компанії є можливі варіанти комерційної експлуатації флоту, які зводяться до поповнення, зменшення чи незмінності основного ресурсу. У практичній діяльності вони реалізуються орендними операціями з суднами: часткове передання суден у оренду або ж залучення суден у оренду; експлуатація наявного флоту без кількісних змін його структури. Вантажопотоки подано як зовнішнє середовище, стратегіями якого розглянуто можливі комбінації визначених параметрів вантажопотоків, що представляють інтерес для судновласника як такі, що пов'язані із його ресурсами. Виграшем гри покладено прибуток судноплавної компанії від комерційної експлуатації флоту. Наведено критерії прийняття рішень залежно від наявності/відсутності даних щодо вірогідних станів природи, якими у свою чергу визначаються ситуації невизначеності або ризику, у яких судноплавною компанією має ухвалюватися рішення щодо формування ресурсів флоту.

Ключові слова: ресурси флоту, судноплавна компанія, комерційна експлуатація флоту, фрахтування, теорія ігор.

Постановка проблеми. Однією з основних задач судноплавної компанії у рамках довгострокового планування організації своєї роботи є визначення необхідної структури флоту. Зміни структури основного ресурсу морського перевізника здійснюється за рахунок залучення (фрахтування) суден на умовах оренди чи часткове надання наявних ресурсів у оренду з метою отримання певного доходу. При цьому основний ризик полягає у тому, що фактичний обсяг доступної транспортної роботи може виявитися нижчим за запланований, а виробничий ресурс вже вичерпано. Тому рішення щодо цього питання мають ухвалюватися на базі ретельного визначення «стратегій» відносно ресурсів та можливого попиту на транспортне обслуговування.

Аналіз літератури. Вітчизняна наукова школа експлуатації морського торговельного флоту базується на фундаментальних працях Бакаєва В.Г. [1], Союзова А.А. [2], Немчікова В.І.

[3], Панаріна П.Я. [4]. У роботах згаданих авторів задача планування управління ресурсами флоту розглядається та вирішується у контексті закріплення наявного тоннажа за визначеними напрямками вантажоперевезень, а за мету такого розподілу покладено своєчасне виконання запланованого обсягу перевезень. У [2, с. 245] зазначається, що «В процессе разработки плана наличия и использования флота ... производится сопоставление провозной способности и установленных плановых объемов перевозок...». Такий підхід ґрунтується на використанні чіткої та достовірної інформації про обсяги перевезень на певний (як правило, тривалий) період часу. Аналогічні тези та підходи, виходячи з яких вирішувались поставлені завдання, можна знайти і у подальших дослідженнях [наприклад, 5]. Такий підхід цілком справедливий та доречний за умови наявності чіткої та достовірної інформації щодо обсягів перевезень у визначеному часовому

розрізі. Слід наразі зазначити, що характерною ознакою трампового судноплавства є відсутність точних відомостей щодо запланованих обсягів перевезень, у той час, як рішення щодо формування ресурсів тоннажа приймаються на доволі тривалі терміни. У цьому аспекті цікавими є дослідження, результати яких викладено у [6], де автором запропоновано комплексний підхід до вирішення проблеми стійкості судноплавних компаній за рахунок створення стратегій поведінки на різних рівнях управління, розглянуто питання їх побудови та оцінка їх ефективності. На результативності діяльності судноплавних компаній залежно від ефективності системи управління роботою суден наголошено у [7], при цьому автором проведено ретроспективний аналіз розвитку наукової думки та сформульовано власне визначення поняття «управління роботою флоту». Дослідження [8] розглядає ресурси флоту судноплавної компанії як кількість суден та пропонує стохастичну модель управління ними протягом річного періоду, де у першій частині року вже відомі обсяги перевезень за укладеними контрактами, а вантажна база другої частини року характеризується невизначеністю. Задачу формування оптимальної структури флоту в умовах невизначеності вантажопотоків розглянуто у [9] та подано як вибір кількості суден кожного типу, які мають бути придбані з урахуванням мінімізації експлуатаційних витрат з флоту судноплавної компанії.

Постановка завдання. Ґрунтуючись на традиційних для вітчизняної наукової школи показниках виробничих ресурсів судноплавної компанії, основним завданням покладено формулювання та подання принципового вирішення задачі формування структури флоту на стратегічному рівні організації та управління його роботою.

Основний матеріал. Оперуючи флотом, судновласник виходить із необхідності отримання прибутку від ефективного розподілу ресурсів тоннажа за можливими варіантами його комерційної експлуатації. Оскільки основне призначення морського транспорту полягає у забезпеченні транспортного обслуговування товарів світової торгівлі, саме вантажопотоки формують основу для експлуатації торговельного флоту. Судновласник наразі не має можливості впливати на формування їх структури – це сфера інтересів та комерційної діяльності суб'єктів товарних ринків. Відтак, вантажопотоки мають характер зовнішнього середовища, у межах якого судновласник вимушений оцінювати перспективи використання

флоту та ухвалювати рішення щодо структури тоннажа з метою забезпечення ефективності його експлуатації.

З цієї точки зору принципово важливими для судновласника параметрами вантажопотоків є: кількість вантажу q_n , $n = \overline{1, N}$; середня відстань перевезення L ; період часу T , за який кількість вантажу має бути перевезена. Фактично названі позиції формують договірні умови довгострокової роботи суден на транспортному обслуговуванні вантажопотоків, знаходячи відображення в умовах довгострокових фрахтових контрактів у вигляді кількості вантажу як судової партії, портів завантаження та розвантаження (чітко визначених або вказаних як розташованих на ренджі), термінів подання судна у порт завантаження.

Загальним показником, яким оцінюється флот судновласника, є його сумарна чиста вантажопід

діймальність $\sum_{v=1}^V D_{c_v}$. Наразі виробничі потуж-

ності флоту оцінюються його ресурсами не лише за вантажопідіймальністю (яка дозволяє оцінити

можливості перевезення певної кількості вантажу), а й експлуатаційним періодом роботи флоту

$\sum_{v=1}^V T_{e_v}$. Саме виходячи з нього оцінюються мож-

ливості флоту виконати необхідну перевізну

роботу протягом відповідного часового інтервалу. Відтак, виробничі потужності флоту судновлас-

ника оцінюються показником, який у експлуатаційній практиці отримав назву ресурси флоту за

тоннаже-добами $\sum_{v=1}^V D_{c_v} T_{e_v}$.

Змістовно сумарна вантажопідіймальність

флоту $\sum_{v=1}^V D_{c_v}$ відповідає такому параметру ван-

тажопотока, як кількість вантажу Q із необхідним розподілом на певну кількість судових партій, а період експлуатації суден на перевезеннях

вантажів $\sum_{v=1}^V T_{e_v}$ корелює із відстанню перевезення (через тривалість виконання одного рейсу) та термінами поставки товару за умовами контракту T (рис. 1).

Оскільки параметри вантажопотоків не мають цілеспрямованих проти інтересів судновласника власних інтересів, у той час як дії судновласника щодо експлуатації флоту спрямовані на отримання певного результату та реалізуються ухваленням усвідомлених рішень, задачу формування

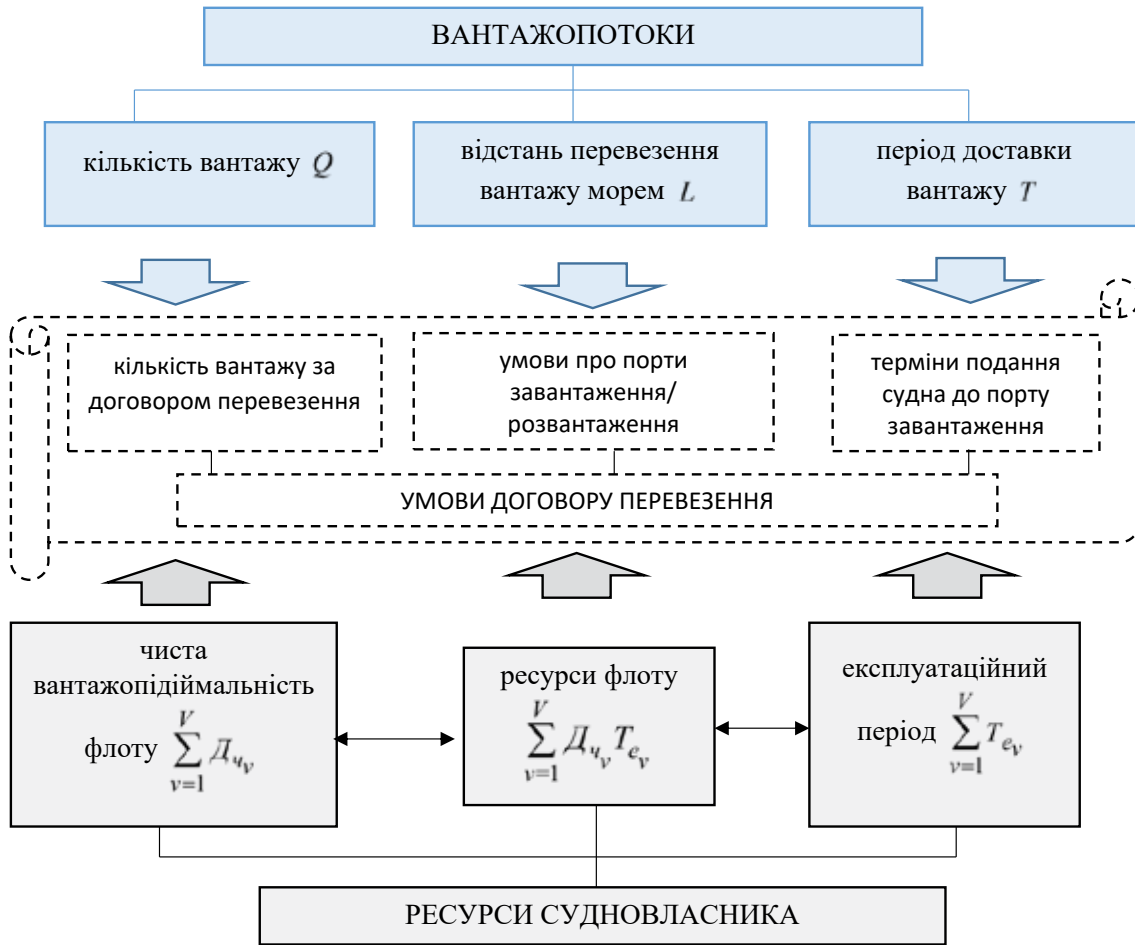


Рис. 1. Структурно-логічна схема параметрів вантажопотоків і ресурсів судновласника

ресурсів флоту можна розглядати як «гру з природою» [10, 11].

Під природою при цьому у такій постановці задачі покладаються вантажопотоки, які транспортуватимуться морськими суднами, а стратегіями (станами) природи – комбінації названих вище параметрів вантажопотоків, якими визначаються особливості та вимоги перевезення вантажу морем.

Загальна величина інтегрального вантажопотоку $Q = \sum_{n=1}^N q_n$, який складається з N вантажопотоків, кожен з яких q_n , $n = \overline{1, N}$ перевозиться на середню відстань L_n за період часу T (покладемо однаковим та таким, що відповідає періоду часу, що розглядається). Окрім цього, покладемо, що, виходячи з досвіду попередніх часових періодів та прогнозів перспектив розвитку вантажопотоків, є можливість оцінити p_k , $k = \overline{1, K}$ можливих станів «природи» – характеристик можливої транспортної роботи, пов'язаної із вантажопотоками, що розглядаються:

$$\sum_{k=1}^K p_k = 1, \quad (1)$$

$$p_k = P(Q = Q_k), \quad k = \overline{1, K}. \quad (2)$$

Кожний стан «природи» B_k характеризується таким набором:

$$B_1 = \left\{ Q_1 = \sum_{n=1}^N q_n^1, L_1, T_1 \right\}, \quad (3)$$

$$B_2 = \left\{ Q_2 = \sum_{n=1}^N q_n^2, L_2, T_2 \right\}, \quad (4)$$

$$B_k = \left\{ Q_k = \sum_{n=1}^N q_n^k, L_k, T_k \right\}, \quad (5)$$

$$B_K = \left\{ Q_K = \sum_{n=1}^N q_n, L_K, T_K \right\}. \quad (6)$$

Стратегіями судновласника є можливі варіанти експлуатації флоту:

– експлуатація та оперування наявними ресурсами флоту:

$$A_1 = \sum_{v=1}^V D_{qv} T_{ev} \quad (7)$$

– наявні ресурси флоту поповнити додатковими ресурсами за рахунок залучення флоту у оренду:

$$A_2 = \sum_{v=1}^V D_{qv} T_{ev} + \sum_{v_{op}=1}^{V_{op}} D_{qv_{op}} T_{ev_{op}} ; \quad (8)$$

– частково наявні ресурси флоту надати у оренду:

$$A_3 = \sum_{v=1}^V D_{qv} T_{ev} - \sum_{v'=1}^{V'} D_{qv'} T_{ev'} . \quad (9)$$

Залежно від вибору судновласником тієї чи іншої стратегії за різних стратегій зовнішнього середовища формуватиметься його вигравш у вигляді прибутку від експлуатації флоту.

За використання наявних ресурсів тоннажа на транспортному обслуговуванні певних вантажопотоків такий прибуток визначатиметься як

$$\Pi_{1k} = f(L_k) \cdot Q_k - \sum_{v=1}^V R(L_k, D_{qv}), T_{ev} = T_k, \quad (10)$$

де $f(L_k)$ – фрахтова ставка, яка залежить від відстані перевезення вантажу за стану «природи» k , дол/т; Q_k – вантажопоток до освоєння морськими суднами за стану «природи» k , т; $R(L_k)$ – витрати судновласника при експлуатації флоту на відстані перевезення L_k , дол.

При цьому експлуатаційний період роботи флоту T_{ev} має відповідати часу перевезення вантажу морем T_k .

Друга стратегія судновласника, яка полягає у оренді на час додаткових ресурсів тоннажа, забезпечить йому отримання прибутку, який можна визначити як:

$$\Pi_{2k} = f(L_k) \cdot Q_k - \sum_{v=1}^V R(L_k, D_{qv}) - \sum_{v_{op}=1}^{V_{op}} R_{op}(T_{op}, D_{qv_{op}}) - g \sum_{v_{op}=1}^{V_{op}} R(L_k) D_{qv_{op}}, \quad (11)$$

де $R_{op}(T_{op})$ – витрати на сплату оренди, які залежать від періоду оренди T_{op} , дол.

При цьому:

$$T_{op} = T_{ev_{op}} \leq T_k - T_{ev}, \quad (12)$$

$$T_{ev} = T_k, T_{op} = T_{ev_{op}} \leq T_k - T_{ev}, \quad (13)$$

де γ – параметр, який визначає використання додатково орендованих ресурсів флоту в системах доставки вантажів:

$$\gamma = \begin{cases} 1, & \text{якщо орендовані ресурси флоту залучаються до системи доставки} \\ 0, & \text{у протилежному випадку} \end{cases}$$

Третя стратегія судновласника з використання наявних ресурсів флоту характеризується частковим відфрахтуванням на орендних умовах, що фактично означає вилучення цих ресурсів з транспортного обслуговування вантажопотоків. Втім, вони формують додатковий прибуток судновласника за рахунок орендних платежів. Таким чином, за цієї стратегії судновласника його прибуток визначатиметься як

$$\Pi_{3k} = f(L_k) \cdot Q_k - \sum_{v=1}^V R(L_k, D_{qv}) + f_{op} \cdot T_{op} \sum_{v'=1}^{V'} D_{qv'} - \sum_{v'=1}^{V'} R(T_{ev'}) D_{qv'}, \quad (14)$$

де f_{op} – орендна ставка, дол/добу; T_{op} – період оренди, діб; $\sum_{v'=1}^{V'} R(T_{ev'}) D_{qv'}$ – експлуатаційні витрати, пов'язані із виконанням рейсів, дол.

За цієї стратегії наведена раніше рівність (13) щодо відповідності експлуатаційного періоду роботи флоту термінам доставки вантажу, які висуваються до роботи флоту, набуває вигляду нерівності:

$$T_{ev} \geq T_k . \quad (15)$$

Перед судновласником стоїть задача максимізувати прибуток у середньому незалежно від стану природи, тобто:

$$\bar{\Pi} \rightarrow \max . \quad (16)$$

Методи прийняття рішень в іграх з природою, як відомо, залежать від того, чи відомі вірогідності станів (стратегій) природи, тобто має місце ситуація невизначеності чи ризику. Для кожної з них відомі певні критерії.

За наявності прогнозних даних щодо стану природи (фактично – стратегій B_1, B_2, \dots, B_K), коли вірогідність тієї чи іншої стратегії визначено як P_j , оптимальна чиста стратегія визначається максимальним математичним очікуванням за критерієм Байєса-Лапласа:

$$BL = \max_{i=1,2,3} (M(A_i)) = \max_{i=1,2,3} (\Pi_{i1} \cdot p_1 + \Pi_{i2} \cdot p_2 + \dots + \Pi_{iK} \cdot p_K). \quad (17)$$

За відсутності достовірної прогнозної інформації щодо параметрів вантажопотоків, можна, відповідно до принципу недостатнього обгрун-

тування Лапласа, покласти рівновірогідними усі можливі варіанти стану їх параметрів:

$$p_1 = p_2 = \dots = p_K = \frac{1}{K}. \quad (18)$$

За цим критерієм оптимальною вважається стратегія перевізника, яка забезпечить йому максимальний середній виграш за умови рівності усіх вірогідних станів зовнішнього середовища (максимальний середній виграш за усіма стратегіями):

$$L = \max_{i=1,2,3} \left(\frac{1}{P} \sum_{k=1}^K \Pi_{ik} \right). \quad (19)$$

У ситуаціях відсутності достовірної інформації про структуру вантажопотоків судновласник, виходячи з власних переваг та готовності прийняття певних ризиків, може виходити з розрахунку на декілька можливих варіантів. Так, якщо перевізник покладе вважати, що зовнішнє середовище буде найбільш добросприятливим для нього, доцільним буде скористатися при виборі власної стратегії так званим «критерієм крайнього оптимізму»:

$$O = \max_{i=1,2,3} \max_{k=1,K} \Pi_{ik}. \quad (20)$$

Якщо перевізник надає перевагу можливості «застрахуватися» від певних ризиків, тобто у певному розумінні вважатиме, що ситуація із вантажопотоками гратиме проти нього, і, відповідно, намагатиметься максимізувати свій прибуток навіть за найбільш недобросприятливої ситуації, більш прийнятним буде використання критерія Вальда. Оптимальною вважатиметься стратегія, яка забезпечуватиме виграш не менший за нижню ціну гри з природою:

$$W = \max_{i=1,2,3} \min_{k=1,K} \Pi_{ik}. \quad (21)$$

Зазначимо, що обрана із використанням цього критерію стратегія повністю виключає ризик: судновласник не може зіткнутися із варіантом стану зовнішнього середовища гіршим за той, на який він розраховував.

Критерієм мінімаксного ризику є також і критерій Севіджа, який, так само, як і критерій Вальда, вважається критерієм крайнього песимізму, адже судновласник, обираючи свою стратегію, виходить з найбільш недобросприятливого стану зовнішнього середовища. Наразі, на відміну від критерія Вальда, при ухваленні рішення керуються не матрицею виграшів, а матрицею ризиків. Згідно до критерія Севіджа, оптимальною вважається стратегія, за якої мінімізується величина максимального ризику:

$$S = \min_{i=1,2,3} \max_{k=1,K} r_{ik}. \quad (22)$$

Ризиком судновласника при використанні стратегії A_i за стану зовнішнього середовища B_k є різниця між доходом, який він би отримав, якщо б точно знав стан природи, та тим доходом, який він отримує за того ж стану природи, обираючи стратегію A_i :

$$r_{iq} = \max(d_{iq}) - d_{iq}. \quad (23)$$

Критерій песимізма-оптимізма Гурвіца рекомендує при виборі стратегії орієнтуватися на середній результат:

$$H = \max_{i=1,2,3} \left(\xi \cdot \min_{k=1,K} \Pi_{ik} + (1-\xi) \max_{k=1,K} \Pi_{ik} \right), \quad (24)$$

де ξ – коефіцієнт оптимізма, який обирається суб'єктивно та фактично відображує схильність судновласника до оптимізму чи песимізму: $0 \leq \xi \leq 1$.

Висновки. У запропонованій постановці подана задача вирішується судновласником, виходячи з власних переваг та схильності до ризиків – саме ними він керується, обираючи той чи інший з поданих вище критеріїв. Вибір його заснований також на ситуації наявності чи відсутності інформації про стратегії зовнішнього середовища – параметрів вантажопотоків. Наразі подана постановка задачі та окремі запропоновані критерії її вирішення дозволяють судновласнику вирішувати задачу оперування ресурсами флоту на перспективному рівні організації його роботи.

Список літератури:

1. Бакаев В.Г. Эксплуатация морского флота. Москва : Транспорт, 1965. – 560 с.
2. Организация и планирование работы морского флота. Под ред. Союзова А.А. Москва : Транспорт, 1979. 416 с.
3. Немчиков В.И. Организация работы и управление морским транспортом. Москва : Транспорт, 1982. 343 с.
4. Панарин П.Я. Управление работой морского флота. Одесса : Изд-во ОГМУ, 2001. 213 с.
5. Шибаев А.Г., Кириллова Е.В., Кириллов Ю.И. Управление работой флота (Основы теории и практики). Одесса : Феникс, 2012. 187 с.
6. Капитанов В.П. Бизнес-процессы судоходной компании и процесс управления : монография. Одесса : КУПРИЕНКО СВ, 2017. 120 С.

7. Киринос Д.А. Основные принципы управления работой флота морской судоходной компании в современных рыночных условиях. *Научное обозрение. Технические науки*. 2020. № 5. С. 58-64.

8. Wang X., Fagerholt K., Wallace S. Planning for charters: a stochastic maritime fleet composition and deployment problem. *Omega, Elsevier*. 2017. vol. 79(C). P. 54-66.

9. Loxton R., Lin Q., Teo L.R. A stochastic fleet composition problem. *Computers and Operations Research*. 2012. № 39 (12). P. 3177-3184.

10. Кремлев А.Г. Основные понятия теории игр. Екатеринбург : Изд-во государственного Уральского университета, 2016. 144 с.

11. Силкина Г.Ю. Теория принятия решений и управление рисками. Модели конфликтов, неопределенности, риска: учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2003. 72 с.

Koskina Yu.O. GAME-THEORY BASED SETTING OF THE PROBLEM OF CHOOSING THE CHARTERING STRATEGY FOR FORMING THE RESOURCES OF FLEET

The main production resource of the shipping company is the existing fleet and time parameters of its operating. The purpose of fleet operating, which is set by the shipping company, is to obtain the maximum possible profit. Given the main purpose of the merchant fleet – transport service of cargo traffic – profit depends on the existing cargo base, to estimate the parameters of which in the long run is an extremely difficult task, which in fact is reduced to forecasts of the commodity markets. But, the decisions on forming of the structure of fleet resources are made simultaneously and for relatively long time periods.

The main parameters of cargo traffic, which are correlated with the fleet resources of the shipping company are as following: the cargo quantity – the total loading capacity of the available fleet, terms of transportation – operating period, distance of transportation – duration of one voyage to carry a lot of cargo. Afterward, they are fixed in the contracts of carriage of goods, which are concluded for long periods (freight contracts).

The task of managing the resources of a shipping company is presented in the paper with game theory. Under this approach, the company's shipping strategies are possible options for commercial operating of the fleet, which are reduced to the adjunction, reduction or invariability of the main resource. In practice, they are realized by rent operations with vessels: partial transfer of vessels for rent or involvement of vessels for rent; operating of the existing fleet without quantitative changes in its structure. Cargo turnovers are presented as an external environment, the strategies of which are possible combinations of certain cargo turnover parameters which are of shipowners interest as related to his resources. The winnings of the game are the profit of the shipping company from the commercial operating of the fleet. The criteria for decision-making are given depending on the presence/absence of the data on probabilistic states of nature, which in turn determine the situations of uncertainty or risk in which the shipping company have to make decisions on the forming of fleet resources.

Key words: resources of fleet, shipping company, commercial operating of the fleet, chartering, game theory.