

МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ СЛОТ-ЧАРТЕРНОЇ СТАВКИ ДЛЯ БАРЖЕБУКСИРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

¹Одеський національний морський університет

Запропоновано метод визначення слот-чартерної ставки для річкових перевезень. В роботі досліджено роботу баржебуксирного флоту для двох варіантів організації вантажних річкових ліній (співпраця перевізників за горизонтальної кооперації та перевезення поза кооперацією). Переходу до безпосереднього визначення слот-чартерної ставки передують низка заходів з боку перевізника: визначення умов рейсу, відбір структурних елементів суден, визначення завантаження несамохідного флоту та конфігурації баржебуксирного складу (ББС) в цілому в залежності від варіанта організації роботи ББС. Комплексне і обґрунтоване розв'язання цих експлуатаційних задач на практиці фіксується рейсовим завданням — документом, який визначає основний вид технологічного процесу роботи річкового транспорту. Слід зазначити, що розрахунки за запропонованою методикою раціонально виконувати для багатобаржевих караванів, оскільки орендною за слот-чартером одиницею передбачається одна окрема однотрюмна баржа під перевезення вантажів. У випадку застосування багатотрюмних барж, розрахунки можна проводити для кожного трюму баржі окремо. Крім того, поставлена задача розв'язується для випадку, коли розглядається організація роботи суден, підпорядкованих одній особі, що приймає рішення (єдина судноплавна компанія, якій належать і буксири і баржі). За алгоритмом запропонованої методики можна визначити три порівняльні варіанти ставки: в залежності від ситуації на ринку (ринок вантажовласника або ринок судновласника) та варіанта організації вантажних річкових ліній. Для ілюстрації числових значень ставок конкретизовані деякі вхідні дані (техніко-експлуатаційні характеристики баржі та буксиру, визначена робота буксиру в кілатах за лінійної та портової формах буксирування для варіанта організації роботи ББС такого, як маршрутна відправка і наскрізний спосіб організації роботи тяги). Не зважаючи на те, що розрахункові показники запозичені з практики перевезень між портами дунайських країн, вони можуть бути адаптовані для перевезень на внутрішніх водних шляхах в інших регіонах. Крім того, наведені методичні положення є універсальними та можуть виступати як теоретична база для обґрунтування прийняття рішень судноплавними компаніями, що оперують суднами на річках як в каботажному, так і в закордонному плаванні.

Ключові слова: річкові перевезення, буксирування, Дунай, ставка перевезення, слот-чартер.

Вступ

Актуальність дослідження з визначення рівнів зазначених ставок визначається унікальним географічним положенням України, якій належать виходи до Дніпра (налічує сім річкових ділянок) і до Дунаю (район від п. Усть-Дунайськ до п. Джуржулешти) — внутрішніх водних шляхів, які входять до п'ятірки найбільших річок Європи, наявністю судноплавних підприємств з власним річковим флотом, портовою інфраструктурою тощо.

В 2014 р. Україна підписала Угоду про асоціацію з Європейським Союзом, тим самим взяла на себе низку зобов'язань щодо розвитку внутрішнього водного транспорту, зокрема, щодо розробки у співробітництві з ЄС стратегії розвитку річкового транспорту на основі національної транспортної політики, включення річкового транспорту в систему мультимодальних перевезень та мережу пріоритетних транспортних маршрутів. Однією з важливіших директив цієї Угоди є директива з питань функціонування ринку перевезень — Директива Ради про системи фрахтування та ціноутворення на національному та міжнародному внутрішньому водному транспорті [1].

На жаль більшість теоретичних питань щодо ціноутворення на внутрішніх водних шляхах, розглянутих іноземними авторами, відносяться до 1970-х та 1980-х років [2]—[6]. Перші розробки з

комерційної роботи на річках з'являються одночасно з виділенням експлуатації суден як самостійного наукового напрямку в 30-х, але більшість досліджень авторів всього радянського періоду спирається на адміністративно-планову систему управління [7]—[8]. Невелика кількість сучасних робіт, які описують експлуатацію суден в ринковій економіці, відносяться в основному до авторства російських вчених-річників [9]—[12]. До публікацій іноземних дослідників, які стосуються комерційних і експлуатаційних питань роботи флоту в слот-чартерних угодах відносяться [13]—[17]. Одразу зазначимо, що згадані роботи відносяться до слот-чартерних угод на морському флоті, без урахування специфіки експлуатації річкових суден. Нестача наукових публікацій з ціноутворення на внутрішніх водних шляхах підтверджується тим, що більшість сучасних статей мають посилання на джерела сорока і п'ятдесятирічної давнини [18].

Метою роботи є розроблення методики визначення слот-чартерної ставки річкових вантажних перевезень для судноплавних підприємств, які оперують власним баржебуксирним флотом для двох варіантів організації вантажних річкових ліній.

Результати дослідження

Теоретичною базою розрахунку слот-чартерної ставки є практика роботи ББС на базі Братиславських угод між дунайськими пароплавствами [19]. Дунайська практика лінійного буксирування власним флотом або флотом учасників угоди, встановила одиницю вимірювання роботи суден — кілат (K_{zl}), який виступає одиницею вимірювання роботи буксира та становить 1000 тонно-кілометрів, за певних умов

$$K_{zl} = \frac{\left(\sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J q_{jzrl} + De_z \right) L_{\text{вирт}l}}{1000}, \quad (z = \overline{1, Z}; l = \overline{1, L}), \quad (1)$$

де q_{jzrl} — завантаження баржі j у складі ББС типу z при перевезенні вантажу r на схемі l [20], [22], т; De_z — еквівалент маси судна, яке буксирується [19], т

$$De_z = K_{\text{оп}z} \cdot L_z (B_z + 2To_z), \quad z = \overline{1, Z}, \quad (2)$$

де $K_{\text{оп}z}$ — коефіцієнт опору ББС типу z ; L_z — найбільша довжина ББС типу z , м; B_z — ширина ББС типу z , м; To_z — осадка порожнього ББС типу z , м. $L_{\text{вирт}l}$ — віртуальні кілометри схеми l [19]

$$L_{\text{вирт}l} = \sum_{\delta=1}^{\Delta} l_{l\delta} \cdot K_{\text{уч}l\delta}, \quad l = \overline{1, L}, \quad (3)$$

де $l_{l\delta}$ — дальність буксирування на ділянці δ схеми l , км; $K_{\text{уч}l\delta}$ — ділянковий коефіцієнт на ділянці δ схеми l , який враховує складність буксирування [19].

На основі того, що ставки, на прикладі Братиславських угод [19], повинні відповідати нормальній для цього напрямку та номенклатури вантажів собівартості перевезень та забезпечити перевізнику раціональний рівень прибутку приймаємо таку умову:

$$R_{c-q_{zl}} \leq F_{c-q_{zl}} \leq F_{zl}, \quad z = \overline{1, Z}; l = \overline{1, L}, \quad (4)$$

де $R_{c-q_{zl}}$ — витрати, на здійснення рейсу ББС типу z на схемі l , євро; $F_{c-q_{zl}}$ — дохід від роботи ББС типу z при роботі на схемі l на умовах слот-чартеру чи угоди про обмін слотами, євро; F_{zl} — доходи від перевезень при роботі ББС типу z на схемі l не за слот-чартерною угодою, євро.

Дохід від роботи ББС типу z при роботі на схемі l залежить від способу закріплення тяги за тоннажем (змінний, змішаний та закріплений) [20], [22], який впливає на структуру транспортних процесів та операцій (лінійне буксирування та/чи портові роботи). При цьому під лінійним буксируванням розуміється буксирування, яке здійснюється транзитом через акваторію портових районів або поза ними, коли портові роботи здійснюються в межах акваторії порту або місця формування вазу, та включають операції з переміщення суден з місць стоянки, перешвартування, формування (розформування) вазу та інше [19].

Аналіз практики роботи дунайських пароплавств-учасників Братиславських угод, що входять до

конференції, довів доцільність проведення розрахунку слот-чартерної ставки за двома напрямками:

- 1) для учасників, що входять до будь-яких горизонтальних об'єднань перевізників [21];
- 2) для учасників, що не входять до таких об'єднань.

Під час визначення доходу від лінійного буксирування за першим напрямком враховуються надбавки до базисної вартості кілатів ($K_{\text{над}}$). Оплата буксирування з урахуванням пори року визначається такими надбавками за місяцями: березень — 10 %, листопад і лютий — 15 %, грудень і січень — 25 %. Крім того застосовуються й інші надбавки, такі як надбавки за ваговитість, довгомірність, кубатурність, надбавки за недовикористання вантажопідйомності, валютна, навігаційна, за скупчення суден [19].

Таким чином, дохід лінійного буксирування при роботі ББС типу z на схемі l на умовах слот-чартеру чи угоди про обмін слотами визначається з виразу

$$F_{c-q_{zl}} = K_{\text{баз}} \cdot K_{zl} \left(\frac{K_{\text{над}}}{100} + 1 \right), \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (5)$$

де $K_{\text{баз}}$ — базова ціна 1 кілату, становить 1,86 євро [19].

Якщо буксир у складі ББС типу z на схемі l здійснюють лінійне і портове буксирування то дохід такого судна визначається з виразу

$$F_{c-q_{zl}} = K_{\text{баз}} \left[K_{zl} \left(\frac{K_{\text{над}}}{100} + 1 \right) + n_n \cdot n_{x,\Gamma} \cdot K_{x,\Gamma} \right], \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (6)$$

де n_n — кількість портів заходу на схемі в одному напрямку перевезень; $n_{x,\Gamma}$ — кількість ходових годин (у разі завантаження та вивантаження складає 3 год та 2 год для здійснення однієї з операцій), год.; $K_{x,\Gamma}$ — коефіцієнт ходового часу залежить від потужності буксиру [19].

З іншого боку

$$F_{c-q_z} = f_{c-q_z} \cdot tp_{ilz} \cdot \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J q_{jzrl}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (7)$$

де f_{c-q_z} — слот-чартерна ставка ББС типу z , євро/т-доб.; tp_{ilz} — час рейсу тяги типу i на схемі l у складі ББС типу z , діб.

Тоді базисна слот-чартерна ставка для лінійного буксирування може бути визначена з виразу

$$f_{c-q_z} = \frac{K_{\text{баз}} \cdot K_{zl} \left(\frac{K_{\text{над}}}{100} + 1 \right)}{tp_{ilz} \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J q_{jzrl}}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (8)$$

а у випадку лінійного та портового буксирування

$$f_{c-q_z} = \frac{K_{\text{баз}} \left[K_{zl} \left(\frac{K_{\text{над}}}{100} + 1 \right) + n_n \cdot n_{x,\Gamma} \cdot K_{x,\Gamma} \right]}{tp_{ilz} \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J q_{jzrl}}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad i = \overline{1, I}; \quad l = \overline{1, L}. \quad (9)$$

Таким чином слот-чартерна ставка у разі роботи у об'єднаннях перевізників може бути визначена з виразу (8) чи (9) з урахуванням діючих надбавок.

За другим напрямком проведення розрахунку слот-чартерна ставка визначається з виразу

$$f_{c-q_z} = \frac{F_{c-q_{zl}}}{Dч_p^z \max_i \cdot tp_{iz}}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad i = \overline{1, I}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (10)$$

де tp_{iz} — час рейсу буксиру типу i у складі ББС типу z , діб; $Dч_p^z \max_i$ — максимальна реєстрована вантажопідйомність ББС типу z при роботі з буксиром типу i , т.

Оскільки

$$D_{\rho}^z \max_i = \rho_i \cdot N_i^e, \quad i = \overline{1, I}; \quad z = \overline{1, Z}, \quad (11)$$

де ρ_i — питоме навантаження тяги типу i , т/кВт; N_i^e — потужність енергетичної установки тяги типу i , кВт [20], [22], тоді:

$$f_{c-u_z} = \frac{F_{c-ql}}{\rho_i \cdot N_i^e \cdot t_{p_{iz}}}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad i = \overline{1, I}; \quad l = \overline{1, L}. \quad (12)$$

Зовнішні умови найбільше впливають у разі роботи флоту за межами об'єднань. Тому ринок найбільше впливає на рівень слот-чартерної ставки, мінімальне значення за якого досягається умовами

1) ринок судновласника: якщо $F_{zl} \geq R_{zl}$, $z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}$, то вважається $F_{c-u_{zl}} = R_{zl}$ ($z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}$),

$$f_{c-u_z} = \frac{R_{zl}}{\rho_i \cdot N_i^e \cdot t_{p_{iz}}}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad i = \overline{1, I}; \quad l = \overline{1, L}. \quad (13)$$

У випадку закріплення буксира за комплектом барж на рейс

$$R_{zl} = \sum_{j=1}^J n_{jz} \cdot C_{jz} \cdot t_{p_{jz}} + n_{iz} (C_{iz}^x \cdot t_{iz}^x + C_{iz}^c \cdot t_{iz}^c), \quad (14)$$

де n_{jz} — кількість барж типу j у складі ББС типу z ; C_{jz} — собівартість утримання барж типу j у складі ББС типу z ; $t_{p_{jz}}$ — час рейсу барж типу j у складі ББС типу z ; n_{iz} — кількість буксирів типу i у складі ББС типу z ; t_{iz}^x, t_{iz}^c — ходовий та стоянковий час буксирів типу i у складі ББС типу z ; C_{iz}^x, C_{iz}^c — собівартість утримання буксирів типу i у складі ББС типу z .

2) ринок вантажовласника: якщо $F_{zl} < R_{zl}$ ($z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}$), то вважається $F_{c-u_{zl}} = F_{zl}$ ($z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}$),

$$f_{c-u_z} = \frac{F_{zl}}{\rho_i \cdot N_i^e \cdot t_{p_{iz}}}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad i = \overline{1, I}; \quad l = \overline{1, L}; \quad (15)$$

$$F_{zl} = \sum_{r=1}^R \left(f_{zrl} \cdot \sum_{j=1}^J q_{jzrl} \right), \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (16)$$

де f_{zrl} — фрахова (тарифна) ставка при перевезенні за іншими формами договорів на перевезення.

Слот-чартерна ставка розраховується для певного судна при роботі за маршрутною схемою окремо за напрямком (за течією та проти течії).

Експериментальні розрахунки

В цілому послідовність операцій щодо визначення слот-чартерної ставки для роботи ББС така (рис. 1):

1. Визначити умови рейсу при перевезенні зерна з Черкас до Херсона:
 - обмеження: камери шлюзів мінімальна довжина 270 м, ширина 18 м, осадка на трасі 3,2 м;
 - надбавки: до розрахунків беремо базову ставку, тому надбавки не враховуються;
 - форма співробітництва — при горизонтальній кооперації перевізників [21] та надання послуг перевезення не учасникам кооперації;
 - ринкові умови роботи суден — ринок тоннажу та ринок вантажу.
2. Вибрати судна для здійснення рейсу.

На підставі аналізу умов рейсу формулюємо основні вимоги до суден:

- призначення судна: перевезення навалювальних вантажів;
- район плавання: обмежений;
- тип суднової енергетичної установки: дизельний двигун внутрішнього згорання;
- розташування машинно-котельного відділення: на буксирі;

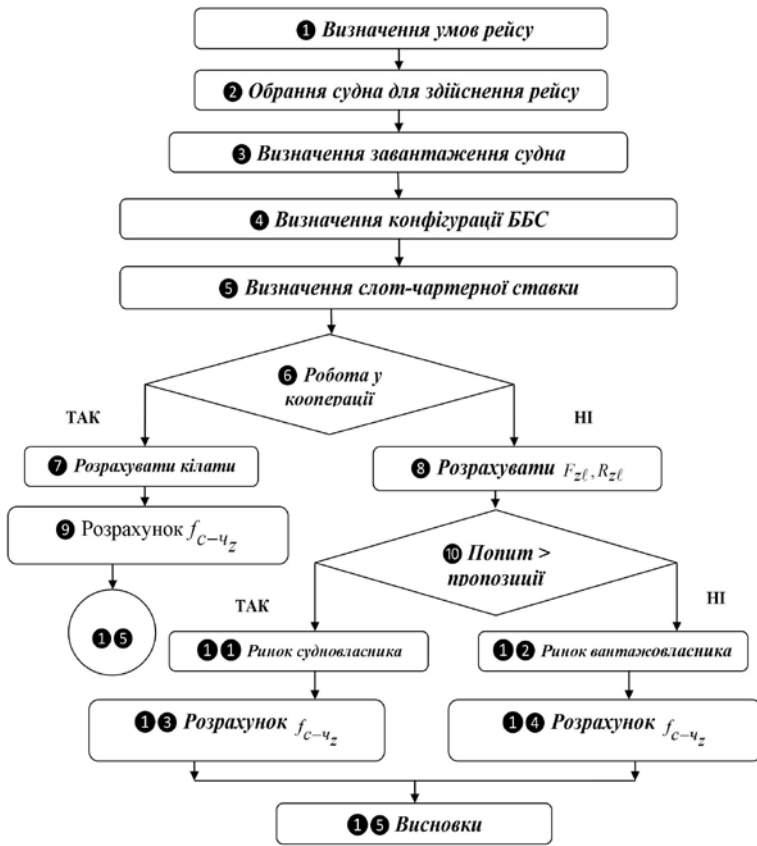


Рис. 1. Послідовність операцій щодо визначення слот-чартерної ставки для роботи ББС

бужанівський» $Dч_{max}^z = \min \{4788; 6000\} = 4788$ т

- тип і характеристика вантажних засобів судна: відсутні;
- габаритні обмеження: максимальна осадка — 3,2 м; ширина — 16 м, довжина — 250 м (для складених суден), надводна висота судна — 4,2 м.
- рекомендації з розміщення екіпажу: розташування житлових надбудов на буксирі.

Виходячи з практики роботи суден на цьому напрямку, вибираємо судна компанії «Нібулон» (табл. 1), які відповідають сформульованим вимогам.

3. Визначити завантаження судна. Завантаження судна визначається за методикою, поданою в [20], [22].

Максимально можлива вантажопідйомність ББС типу z при роботі на схемі l

$$Dч_{max}^z = \min \{Dч_p^z, Dч_{max}^z\}, \quad (17)$$

де $Dч_{max}^z$ — максимально допустима вантажопідйомність ББС при роботі на схемі l .

Для буксира-штовхача типу «При-

Таблиця 1

Характеристики суден компанії «Нібулон», що прийнято до розрахунку

Характеристика	Буксир-штовхач «Прибужанівський» (проект 81173Н)	Баржа «BN»
Клас	О 2,0 (лід 20) А	КП★23П
Довжина найбільша, м	32	36,72
Ширина, м	10	11
Осадка в вантажу, м	1,8 м (із запасами)	3,08
Осадка порожня, м	1,45 м	0,72
Вантажопідйомність чиста, т	—	530
Вантажомісткість, м ³	—	1335
Потужність двигуна, кВт	700	—
Тягове зусилля, т	6,84	—
Швидкість у вантажу, км/год	8	—
Швидкість у баласті, км/год	8,2	—
Питома вантажомісткість, м ³ /т	—	2,51

Максимально допустиме завантаження ББС доцільно визначити з виразу

$$Q_{zrl} = \min \{Q_{zrl}^1; Q_{zrl}^2; Q_{zrl}^3; Q_{zrl}^4\}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad i = \overline{1, I}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (18)$$

де Q_{zrl}^1 — максимально допустиме завантаження судна, зумовлене осадкою судна, т; Q_{zrl}^2 — максимально допустиме завантаження судна, виходячи з питомого навантажувального обсягу вантажу, т;

Q_{zrl}^3 — максимально допустиме завантаження судна, встановлене за умовами плавання, т; Q_{zrl}^4 — максимально допустиме завантаження судна, зумовлена потужністю енергетичної установки тяги, т.

$$Q_{zrl}^1 = D\check{c}_p^z \cdot \frac{T_{e_{z\ell}} - T_0}{T_p - T_0}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad i = \overline{1, I}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (19)$$

де $D\check{c}_p^z$ — реестрова вантажопідйомність ББС типу z , т; $T_{e_{z\ell}}$ — експлуатаційна осадка ББС типу z обмежена умовами схеми l , м; T_0 — осадка судна (ББС) в порожньому стані, м; T_p — осадка судна (ББС) за повного завантаження, відповідної реєстрової вантажопідйомності, м.

Для розрахунків в першому наближенні розраховуємо реєстрову вантажопідйомність ББС типу z :

$$D\check{c}_p^z = D\check{c}_p^{z'} = D\check{c}_p^z \max, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (20)$$

де $D\check{c}_p^z \max$ — максимальна реєстрова вантажопідйомність ББС, що знаходиться в прямій залежності від потужності СЕУ буксиру.

$$D\check{c}_p^z \max = \rho \cdot N_e, \quad (21)$$

де ρ — питома навантаження тяги, т/кВт; N_e — потужність енергетичної установки тяги, кВт.

Для буксира-штовхача типу «Прибужанівський» (рис. 2)

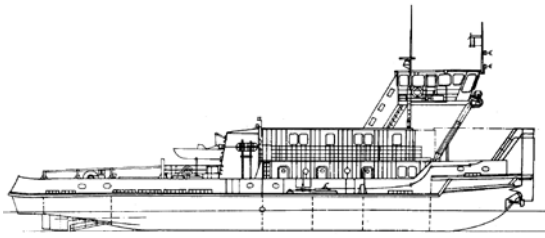


Рис. 2. Буксир-штовхач «Прибужанівський» (вид збоку)

$$D\check{c}_p^z \max = 700 \cdot 6,84 = 4788 \text{ т}; \quad D\check{c}_p^z = D\check{c}_p^{z'} = 4788 \text{ т}.$$

Експлуатаційна або можлива за умовами плавання осадка судна, обмежена прохідними глибинами (T_{e1}) і висотою прольотів під мостами (T_{e1}) і (T_{e2}), визначається з виразів

$$T_{e_{z\ell}} = \min \{ T_{e1}; T_{e2} \}; \quad (22)$$

$$T_{e1} = h_r - h_d; \quad (23)$$

$$T_{e2} = H - H_0, \quad (24)$$

де h_r — гарантована глибина суднового ходу, м; h_d — запас води під днищем (за умовами плавання), м; H — висота прольотів під мостами, м; H_0 — висота надводного борту судна з рангоутом, м.

$$T_{e1} = 3,2 \text{ м}; \quad T_{e2} = 8,6 - 4,2 = 4,4 \text{ м}; \quad T_{e_{z\ell}} = \min \{ 3,2; 4,4 \} = 3,2 \text{ м}; \quad Q_{zrl}^1 = 4788 \cdot \frac{3,2 - 0,72}{3,08 - 0,72} = 4990 \text{ т}.$$

Допустиме завантаження судна, враховуючи питомий навантажувальний обсяг вантажу (Q_{zrl}^2), визначається з виразу

$$Q_{zrl}^2 = \begin{cases} D\check{c}_{z\ell}, u_r < \omega_z, \\ \frac{W_z}{u_r}, u_r \geq \omega_z, \end{cases} \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (25)$$

де $D\check{c}_{z\ell}$ — максимально допустима вантажопідйомність ББС, що визначається з умов плавання; u_r — питома-навантажувальний об'єм вантажу r , м³/т; ω_z — питома вантажомісткість ББС типу z , м³/т.

$$D\check{c}_{z\ell} = \min \{ D\check{c}_{\max}^z; D\check{c}_p^z \}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}; \quad (26)$$

$$D\check{c}_p^z = \sum_{j=1}^J D\check{c}_j^z \cdot n_j^{z\ell}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (27)$$

де $Dч_j^z$ — реєстрова вантажопідйомність барж типу j , що входять до складу ББС типу z , т;
 n_j^{zl} — кількість барж типу j , що входить до складу ББС типа z , од.

Для розрахунків в першому наближенні приймемо

$$n_j^{zl} = \frac{Dч_p^z \max}{Dч_j^z}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (28)$$

$$n_j^{zl} = 4.$$

Уточнюємо реєстрову вантажопідйомність ББС типу z

$$Dч_p^z = 4 \cdot 530 = 2120 \text{ т.}$$

Тоді $Dч_{zl} = \min \{4788; 2120\} = 2120 \text{ т}$

Порівнюючи данні по судну і вантажу, визначаємо, що вантаж важкий $Q_{zrl}^2 = 2120 \text{ т}$.

Максимально допустиме завантаження судна встановлюється за класом внутрішніх водних шляхів за обмеженнями умов плавання (Q_{zrl}^3)

$$Q_{zrl}^3 = Dч \max_l, \quad z = \overline{1, Z}; \quad i = \overline{1, I}; \quad l = \overline{1, L}. \quad (29)$$

$$Q_{zrl}^3 = 6000 \text{ т.}$$

Таблиця 2 Максимально допустиме завантаження ББС, яке визначається потужністю енергетичної установки тяги (Q_{zrl}^4).

Максимально допустиме завантаження ББС

Показники	Розрахункові значення, т
$Q_{zrl}^1, \text{т}$	4990
$Q_{zrl}^2, \text{т}$	2120
$Q_{zrl}^3, \text{т}$	6000
$Q_{zrl}^4, \text{т}$	4788
$Q_{zrl}, \text{т}$	2120
$n_j^{zl}, \text{од.}$	4

$$Q_{zrl}^4 = Dч_p^z \max, \quad i = \overline{1, I}; \quad z = \overline{1, Z}; \quad r = \overline{1, R}; \quad l = \overline{1, L}. \quad (30)$$

$$Q_{zrl}^4 = 4788 \text{ т.}$$

Результати розрахунків зведені в табл. 2.

$$Q_{zrl} = \sum_{j=1}^J q_{jzrl}, \quad i = \overline{1, I}; \quad z = \overline{1, Z}; \quad r = \overline{1, R}; \quad l = \overline{1, L}. \quad (31)$$

4. Визначити конфігурацію ББС.

В залежності від принципу експлуатації, способу організації роботи тяги та способу закріплення тяги за тоннажем перевіряється відповідність конфігурації ББС певним обмеженням [20], [22].

Основні параметри ББС, що складається з 4 барж «VN» и буксира «Прибужанівський», подані в табл. 3.

Таблиця 3

Основні параметри ББС

Показники	Значення
Формула поєднання барж	$T + 1 + 1 + 1 + 1$
$L_{zl}, \text{м}$	$32 + (36,72 \cdot 4) = 178,88 \text{ м}$
$B_{zl}, \text{м}$	11 м

Оскільки під час роботи ББС в системі «річка—море» передбачається змішаний або закріплений варіант узгодження роботи тяги і тоннажу в пунктах відправлення і призначення з наскрізним варіантом роботи тяги при маршрутних перевезеннях вантажів, то доцільно розглянути такі обмеження:

$$Q_{zrl} \leq Dч_p^{zl} - \Delta Dч, \quad z = \overline{1, Z}; \quad r = \overline{1, R}; \quad l = \overline{1, L}; \quad (32)$$

$$Dч_p^{zl} \leq Dч \max_l, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}; \quad (33)$$

$$Te_{z,l} \leq T \max_l, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}; \quad (34)$$

$$L_{z,l} \leq L \max_l, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}; \quad (35)$$

$$B_{z,l} \leq B \max_l, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}, \quad (36)$$

де $\Delta D_{ч}$ — межа допустимого відхилення в завантаженні, заданого заздалегідь. $Te_{z,l}$ — експлуатаційна осадка ББС типу z , що обмежується умовами схеми l , м; $L_{z,l}$ — загальна довжина ББС типу z при роботі на схемі l , м; $B_{z,l}$ — загальна ширина ББС типу z при роботі на схемі l , м; $T \max_l$ — максимально допустима осадка ББС на схемі l , м; $L \max_l$ — максимально допустима довжина ББС на схемі l , м; $B \max_l$ — максимально допустима ширина ББС на схемі l , м.

Конфігурація ББС з формулою поєднання T+1+1+1+1 відповідає обмеженням (32)—(36).

5. Розрахувати кілати:

– за умови *лінійного буксирування*:

$$De_z = 1,176 \cdot 178,8 \cdot (11 + 2 \cdot 3,08) = 3610 \text{ т};$$

$$L_{в\text{ірт}} = 758 \cdot 1 = 758 \text{ км};$$

$$K_{z,l} = \frac{(2120 + 3610) \cdot 758}{1000} = 4286 \text{ т}.$$

– за умови *портового буксирування* в залежності від потужності буксиру [19]. З потужністю 700 кВт буксиру «Прибужанський»:

– 1 ходова година відповідає 38,5 кілат вартістю 80,2 євро. Оскільки 2 порти під завантаженням та вивантаженням (2 ходові години на порт), то дохід буксира за ходовий час складає $2 \cdot 2 \cdot 80,2 = 320,8$ євро.

– 1 година стоянкового часу відповідає 15,4 кілат вартістю 32,1 євро. Дохід буксира за стоянковий час складає $(0,82 \text{ діб} = 19,68 \text{ год} = 20 \text{ год}) \cdot 32,1 = 642$ євро.

6. Визначити слот-чартерну ставку.

У разі роботи в кооперації (об'єднаннях компаній).

Базисна слот-чартерна ставка для лінійного буксирування:

$$f_{c-q_i} = \frac{1,86 \cdot 4286 \cdot \left(\frac{0}{100} + 1 \right)}{3,6 \cdot 2120} = 1,044 \text{ євро/т-доб.}$$

А у випадку лінійного та портового буксирування

$$f_{c-q_i} = \frac{1,86 \cdot 4286 \cdot \left(\frac{0}{100} + 1 \right) + 320,8 + 642}{(3,6 + 0,82) \cdot 2120} = 0,95 \text{ євро/т-доб.}$$

У разі роботи не в кооперації з іншими компаніями-перевізниками:

$$R_{z,l} = 4 \cdot 3000 \cdot (3,6 + 0,82) + 1 \cdot (2600 \cdot 0,82 + 3,6 \cdot 3800) = 68852 \text{ євро.}$$

$$F_{z,l} = 25 \cdot 2120 = 53000 \text{ євро.}$$

Оскільки виконується умова $F_{z,l} \leq R_{z,l}$, то ринок вантажовласника, а слот-чартерна ставка повинна дорівнювати мінімуму $f_{c-q_i} = \frac{53000}{700 \cdot 6,84 \cdot 4,42} = 2,5043$ євро/т-доб.

Таким чином, якщо слот-чартерна ставка 2,5043 євро/т-доб., то забезпечується конкурентоспроможність в порівнянні з перевезеннями не за слот-чартером за умови ринку вантажу. Проте, рівень такої ставки не забезпечує покриття витрат (68852 євро), оскільки дохід складає 53000 євро. Для забезпечення витрат ставка повинна бути на рівні, коли використовується на повну потужність тяги

$$f_{c-q_i} = \frac{68852}{700 \cdot 6,84 \cdot 4,42} = 3,2530 \text{ євро/кВт-т/кВт-доб.}$$

Якщо задатися, що на практиці прибуток від роботи за такою схемою перевезень за рейс за інших рівних умов приблизно має скласти 20000 євро ($\Delta F_{z,l}$), то слот-чартерну ставку можна визначити з виразу

$$f_{c-q_z} = \frac{\Delta F_{z,l} + R_{z,l}}{\rho_i \cdot N_i^e \cdot t p_{iz}}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}; \quad (37)$$

$$f_{c-q_z} = \frac{20000 + 68852}{700 \cdot 4,42 \cdot 6,68} = 4,198 \text{ євро/кВт-т/кВт-доб.}$$

Оскільки потужність буксиру використовується не повною мірою, то рівень завантаження краще враховується з виразу

$$f_{c-q_z} = \frac{\Delta F_{z,l} + R_{z,l}}{\frac{R}{J} \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J q_{jzrl}}, \quad z = \overline{1, Z}; \quad l = \overline{1, L}; \quad (38)$$

$$f_{c-q_z} = \frac{20000 + 68852}{2120} = 41,91 \text{ євро/т-доб.}$$

Висновки

Наявність таких факторів у розвитку міжнародних перевезень: як гостра конкуренція між перевізниками; зниження попиту на перевезення, особливо по внутрішнім водним шляхам; будівництво різних типів великотоннажних суден; посилення міжнародних вимог до екологічності перевезень, особливо в останні десятиліття, — сприяли пошуку нових організаційних форм співпраці між учасниками перевізного процесу.

В баржебуксирних перевезеннях, з метою підвищення їх ефективності, існує практика у складі ББС застосовувати орендовані баржі. При цьому вартість оренди обумовлюється в кожному конкретному випадку та вноситься до договору оренди. Проте, ББС, які традиційно працюють в трампових перевезеннях, останнім часом розглядаються як транспортні засоби в інтермодальних перевезеннях. Отже, є теоретична можливість провести паралелі переваг форм кооперації судноплавних компаній у разі контейнерних і баржебуксирних перевезеннях.

Найбільшого поширення в лінійному судноплавстві отримали такі форми співпраці, як альянси, в яких відносини між членами (в залежності від ступеня співпраці сторін) регулюються слот-чартером, угодами про обмін слотами і про спільне використання суден. У разі перевезень неконтейнеризованих вантажів за допомогою ББС, завдання визначення одиниці вимірювання слоту дещо ускладнюється, оскільки характеристики буксирів і барж в складі різних ББС різняться.

В такому випадку запропоновано використовувати питома навантаження тяги, яка виражає залежність реєстрової вантажопідйомності ББС від потужності суднової енергетичної установки тяги. В залежності від зовнішніх умов роботи суден, запропоновано методичні положення щодо визначення трьох рівнів слот-чартерної ставки. Найменшим значенням є ставка при роботі суден компаній (власний, орендований або залучений флот), що входять у різні форми об'єднань перевізників. Проте, остаточне рішення щодо роботи на умовах слот-чартерної угоди на певному напрямі перевезень кожна судноплавна компанія приймає з огляду на власну практику і договірні відносини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Директива Ради 96/75/ЄС від 19 листопада 1996 року, «Щодо систем фрахтування та встановлення цін на транспорт у національних та міжнародних внутрішніх водних шляхах у Співтоваристві,» *Офіційний вісник Європейських Співтовариств* (L 304/12) 27.11.1996.

[2] Michael W. Woolverton, "Analysis of Grain Barging Rates and Costs on the Mississippi River." Dissertation (Ph.D). University of Missouri-Columbia, 1978.

[3] Leonard A. Shabman, "User Charges for Inland Waterways," in *A Review of Issues in Policy and Economic Impact*. Virginia Water Resources Center, Blacksburg, VA, 1976.

[4] L. O. Sorenson, "Rail-barge competition in transporting winter wheat," *American Journal of Agricultural Economics*, no. 55(5), pp. 814-819, 1973.

- [5] J. T. Hong, & C. R. Plott, "Rate filing policies for inland water transportation: an experimental approach," *The Bell Journal of Economics*, pp. 1-19, 1982.
- [6] F. D. Gaibler. "Water Carriers and Inland Waterways in Agricultural Transportation," Department of Agriculture, *Economic Research Service*, Washington D. C., USA, no. 379, 31 p, 1977.
- [7] К. Т. Бункин, и Н. Н. Шипилин, *Справочник для клиентуры морского транспорта*. Москва: Водный транспорт, 1938, 236 с.
- [8] К. Т. Бункин, и Н. А. Красильников, *Коммерческая эксплуатация речного транспорта*. Москва; Ленинград: Гос-трансиздат, 1932, с. 208 с.
- [7] Л. В. Багров, А. Н. Мацвейко, и М. Н. Чеботарев, *Организация коммерческой работы на речном транспорте*, Л. В. Багрова, Ред. 2-е изд. Москва: Транспорт, 1985, 352 с.
- [9] Ю. Н. Уртминцев, *Организация работы речного флота в условиях рынка: проблемы методологии*, моногр. Новгород, РФ: изд-во ГОУ АПО ВГАВТ, 2003, 252 с.
- [10] «Обоснование тарифов на перевозки грузов речным транспортом,» сборник статей, *Федеральное агентство морского и речного трансп., Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Волжская гос. акад. водного трансп.*; А. Г. Малышкина, и Ю. Н. Уртминцева, общ. ред., Нижний Новгород, РФ: ВГАВТ, 2008. 139 с.
- [11] А. И. Телегин, В. И. Кожухарь, и А. О. Ничипорук, «Анализ и сравнение методических подходов к определению себестоимости перевозок грузов различными видами транспорта,» на *XI Прохоровские чтения посвящённые 85-летию Волжского государственного университета водного транспорта*: Нижний Новгород, РФ: Издательство: ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016, с. 18-24.
- [12] В. Н. Костров, «Организационно-экономические основы взаимодействия предприятий речного транспорта с грузовладельцами.» дис. д-ра экон. наук : 08.00.05. Москва, 1999, 389 с.
- [13] J. Chen and H. Zhen, "A Nonlinear Goal Programming Model for Slot Chartering & Allocation under Containerized Liner Shipping Alliance," in *2009 International Conference on Advanced Computer Control*, Singapore, 2009, pp. 502-505. <https://doi.org/10.1109/ICACC.2009.35> .
- [14] С. Łuczywek. "The legal aspects of a slot charter agreement bimco "SLOTHIRE" standard slot charter party form," *Prawo Morskie* 2016, t. XXXII, 48 p., 2016.
- [15] X. Shi, S. Voss, and H. Meersman, "The win-win game in slot-chartering agreement among the liner competitors and collaborators," in *Proceedings of the IAME 2008 Conference Sustainability in International Shipping, Port and Logistics Industries and the China Factor*, vol. 3, p. D2, 2008, pp. 1-27.
- [16] H. A. Lu, C. W. Chu, and P. Y. Che, "Slot allocation planning for an alliance service with ship fleet sharing," *Asia Pacific Management Review*, no. 15 (3), 2010, pp. 325-339.
- [17] H. A. Lu, S. L. Chen, and P. Lai, "Slot exchange and purchase planning of short sea services for liner carriers," *Journal of Marine Science and Technology*, no. 18(5), pp. 709-718, 2010.
- [18] C. P. Baumel, "The Mississippi River System Shallow Draft Barge Market—Perfectly Competitive or Oligopolistic," *Journal of the Transportation Research Forum*, vol. 47, no. 4, pp. 5-18, 2008.
- [19] «Братиславские Соглашения,» *Соглашения между дунайскими пароходствами*. Измаил, 2005, 149 с.
- [20] О. В. Щербина, «Організація роботи баржебуксирних суден у транспортно-технологічній системі.» дис. канд. техн. наук : 05.22.01, Одес. нац. мор. ун-т. Одеса, 2019, 135 с.
- [21] O. Shcherbina, et. al., "Cooperation forms between participants of the inland waterways cargo delivery: A case study of the Dnieper region," *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, № 103, pp. 155-166, 2019. <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2019.103.12> .
- [22] О. Щербина, *Робота баржебуксирних суден у транспортно-технологічній системі*, моногр. Globeedit, 2019, 228 с.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 04.02.2020

Щербина Ольга Василівна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри експлуатації флоту і технології морських перевезень;

Дрожджин Олексій Леонідович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри експлуатації флоту і технології морських перевезень, e-mail: alexey.drozhzhyn@ukr.net .

Одеський національний морський університет, Одеса

O. V. Scherbyna¹
O. L. Drozhzhyn¹

Methodical Thesis Linked Slot-Charter Tug-Barge Transportation Rates

¹Odesa National Maritime University

The paper proposes a method for determining the slot-charter rate for inland waterways transport. In this work, we studied the barge-towing fleet operation for two options for the organization of cargo river lines (cooperation of carriers in horizontal cooperation and transportation outside of cooperation). The transition to the direct determination of the slot-charter rate is preceded by a number of measures on the part of the carrier: determining the conditions of the voyage, selecting the

structural elements of the ships, determining the loading of the non-self-propelled ships and the configuration of the barge / towing train (BTT) as a whole, depending on the type of BTT operation. A comprehensive and reasonable solution to these operational problems in practice is fixed by the 'voyage order' — a document that determines the main type of the technological process of the work of river transport. It should be noted that it is rational to carry out calculations according to the provided methodology for barge caravans, since one separate single-hold barge for the transportation of goods is supposed to be rented by a slot charter unit. In the case of multi-hold barges, calculations should be carried out for each hold of the barge separately. In addition, the task is solved for the case when the organization of the work of the courts is considered, which is subordinate to a single decision-making person (the only shipping company, which owns both tugboats and barges). According to the algorithm of the proposed methodology, three comparative rate options can be determined: depending on the situation on the market (cargo owner's market or ship-owners market) and options for organizing cargo river lines. To illustrate the numerical values of the rates, some input data were specified (technical and operational characteristics of the barge and the tugboat, the towing in kilograms was determined with linear and port forms of towing for the variant of BTT operation such as route dispatch and end-to-end traction management method). Despite the fact that the calculated indicators have their source in the practice of transport between ports of the Danube countries, they can be adapted for transport on inland waterways in other regions. In addition, the above methodological provisions are universal and can serve as a theoretical basis for substantiating decisions by shipping companies operating ships on rivers in both coastal and overseas navigation.

Keywords: inland waterways transportation, tug, Danube, transportation rate, slot-charter.

Shcherbyna Olha V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Fleet Operation and Sea Transportation Technology;

Drozhzhyn Oleksii L. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Fleet Operation and Sea Transportation Technology, e-mail: alexey.drozhzhyn@ukr.net

О. В. Щербина¹
А. Л. Дрожжин¹

Методические положения по определению слот-чартерной ставки для баржебуксирных перевозок

¹Одесский национальный морской университет

Предложен метод определения слот-чартерной ставки для речных перевозок. В работе исследована работа баржебуксирного флота для двух вариантов организации грузовых речных линий (сотрудничество перевозчиков при горизонтальной кооперации и перевозки вне кооперации). Переходу к непосредственному определению слот-чартерной ставки предшествует ряд мер со стороны перевозчика: определение условий рейса, отбор структурных элементов судов, определение загрузки несамоходного флота и конфигурации баржебуксирного состава (ББС) в целом в зависимости от варианта организации работы ББС. Комплексное и обоснованное решение этих эксплуатационных задач на практике фиксируется рейсовым заданием — документом, определяющим основной вид технологического процесса работы речного транспорта. Следует отметить, что расчеты по предоставленной методике рационально выполнять для баржевых караванов, поскольку арендной по слот-чартеру единицей предполагается одна отдельная однотрюмная баржа под перевозку грузов. В случае применения многотрюмных барж, расчеты следует проводить для каждого трюма баржи отдельно. Кроме того, поставленная задача решается для случая, когда рассматривается организация работы судов, которая подчинена единому лицу принятия решений (единственная судоходная компания, которой принадлежат и буксиры и баржи). По алгоритму предложенной методики можно определить три сравнительных варианта ставки: в зависимости от ситуации на рынке (рынок грузовладельца или рынок судовладельца) и варианта организации грузовых речных линий. Для иллюстрации численных значений ставок были конкретизированы некоторые входные данные (техничко-эксплуатационные характеристики баржи и буксира, определена работа буксира в килатах при линейной и портовой формах буксировки для варианта организации работы ББС такого, как маршрутная отправка и сквозной способ организации работы тяги). Несмотря на то, что расчетные показатели взяты из практики перевозок между портами дунайских стран, они могут быть адаптированы для перевозок на внутренних водных путях в других регионах. Кроме того, приведенные методические положения являются универсальными и могут выступать в качестве теоретической базы при обосновании принятия решений судоходными компаниями, оперирующими судами на реках как в каботажном, так и в заграничном плавании.

Ключевые слова: речные перевозки, буксировки, Дунай, ставка перевозки, слот-чартер.

Щербина Ольга Васильевна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации флота и технология морских перевозок;

Дрожжин Алексей Леонидович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации флота и технология морских перевозок, e-mail: alexey.drozhzhyn@ukr.net