

Малаксіано М.О., Мельник О.М.

### МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НЕСПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СУДЕН З ВРАХУВАННЯМ МОЖЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕГАБАРИТНИХ І ВАЖКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА УПОВІЛЬНЕНИХ ШВИДКОСТЯХ

*В даний час частка тарно-штучних вантажів постійно скорочується внаслідок контейнеризації тому переважна більшість промислових тарно-штучних вантажів перевозиться морем в контейнерах. Основними видами сухих вантажів, які не перевозяться в контейнерах, є навалювальні і генеральні в тому числі негабаритні та великовагові вантажі. Причому, для вантажів, що не перевозяться в контейнерах в напрямку Чорне море – Південно-Східна Азія, в основному переважають насипні вантажі, а в зворотному напрямку генеральні вантажі, зокрема технологічне обладнання що складається з негабаритних та важковагових одиниць. Зважаючи на дану специфіку структури вантажопотоків, в цій роботі було запропоновано методику оцінки ефективності експлуатації суден а також обґрунтування оптимального вибору типу судна з урахуванням можливості його експлуатації на різних швидкостях. Для того, щоб порівнювати ефективність проектів придбання та експлуатації суден, було використано показник NPV.*

**Ключові слова:** навалювальні вантажі, негабаритні проектні вантажі, трампові перевезення, оптимальна швидкість руху судна.

**Вступ.** Перевезення негабаритних проектних вантажів можна здійснювати на спеціалізованих судах, які мають технічні характеристики, що максимально відповідають умовам перевезення таких вантажів. Зазвичай операторами таких суден є компанії, які спеціалізуються на перевезеннях вантажів. В більшості випадків судна рухаються за задалегідь погодженим графіком, а на перевезення вантажних одиниць важкої та об'ємної ваги діють фіксовані ставки. Але разом з тим значна частка негабаритних та важких вантажів транспортується неспеціалізованими суднами. Так, на практиці негабаритні проектні вантажі дуже часто перевозяться вантажними суднами типу балкерів або контейнеровозів. У багатьох випадках при застосуванні неспеціалізованих суден для перевезень проектних вантажів потрібно вжити додаткових заходів щодо оптимізації розміщення та кріплення вантажу для того, щоб забезпечити належний рівень морехідних характеристик, міцності та безпеки судна. Однак, незважаючи на це, в деяких випадках використання неспеціалізованих суден за таких умов все одно є більш вигідним, ніж застосування спеціалізованих. Головною причиною цього є специфіка розподілу світової економіки. Значні обсяги навалювальних вантажів імпортуються до країн Південно-Східної Азії, і в той же час цей регіон є провідним експортером негабаритних проектних вантажів. На даний час основним експортером негабаритних вантажів є країни Східної Азії – Китай та Південна Корея. За даними [1], в 2018 календарному році об'єм експорту електричних механізмів та різноманітного обладнання з Китаю склав 664,4 млрд. дол. США (26,6% від загального експорту), посідаючи перше місце в групі експортних товарів за вартістю в світових поставках. Судна-балкери, що прямують до Китаю або Кореї з навалювальним вантажем, дуже часто вимушені робити баластний перехід в зворотному напрямку. І незважаючи на те, що більшість з цих суден погано прилаштовані для транспортування негабаритних проектних вантажів, в деяких випадках буває більш доцільно застосувати ці судна для перевезень саме таких вантажів, аніж здійснювати баластний перехід.

При уповільненні швидкості руху судна рівень споживання пального на тому ж відрізку шляху може скоротитися на 10-15%. Отже, зниження швидкості ходу дозволяє суттєво скоротити експлуатаційні витрати судна. Однак, при виборі економічно доцільної швидкості судна слід враховувати, що надмірне зниження швидкості може призвести до суттєвого зменшення кількості рейсів за рік і, як наслідок, до зменшення річних доходів від фрахту. Тому практично важливим та актуальним питанням є проблема обґрунтування такої швидкості руху судна, при якій буде забезпечуватися баланс між економією палива та прибутком від експлуатації судна.

**Постановка проблеми.** Нестійкість попиту на морські перевезення та надлишок тоннажу на світовому ринку морських перевезень стали причиною високого рівня конкуренції між судноплавними компаніями. З метою підняття конкурентоспроможності на фрахтовому ринку судноплавні компанії змушені шукати шляхи підвищення ефективності експлуатації суден та оптимізувати свої витрати. Одним зі шляхів підвищення ефективності роботи судноплавних компаній полягає в тому, щоб при складанні планів поповнення та модернізації флоту враховувати особливості структури вантажопотоків на тих напрямках, де планується здійснювати перевезення. Разом з цим витрати на пальне становлять одну з основних статей витрат судноплавних компаній. Витрати пального напряму залежать від вибору швидкісного режиму руху суден, тому актуальними є дослідження вибору обґрунтованої швидкості руху суден.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню широкого кола проблем, що пов'язані з організацією морських перевезень, плануванням розвитку судноплавних компаній та економічним обґрунтуванням при проектуванні морських вантажних суден, присвячені роботи [2–3]. Залежність витрат палива від швидкості руху суден та проблема вибору оптимальної експлуатаційної швидкості суден були досліджені в роботах [5–7]. Розробці методів обґрунтування оптимальної швидкості руху суден-контейнеровозів присвячено роботи [8–10]. Роботи [11–13] присвячені дослідженню шляхів підвищення ефективності операційної фази проектів поповнення флоту судноплавних компаній з урахуванням можливості експлуатації суден на малих швидкостях.

Стаття [14] присвячена питанням безпеки процесу перевезення негабаритних вантажів морським транспортом. Вивченню проблем, що пов'язані з організацією перевезень негабаритних вантажів в Україні, присвячено статті [15, 16]. Тенденції розвитку світового ринку перевезень важких та негабаритних вантажів вивчені в роботі [17].

Хоча в даний час неспеціалізовані судна широко використовуються на практиці для перевезень проектних вантажів, наукові методи оцінки ефективності таких перевезень та обґрунтування оптимального вибору типу суден залишаються розробленими недостатньо.

**Мета статті.** Метою даної статті є розробка методів оцінки проектів поповнення флоту судноплавних компаній за рахунок придбання як неспеціалізованих, так і спеціалізованих суден, зважаючи на можливість їх експлуатації для перевезень як навалювальних, так і проектних вантажів, та роботи на зменшених швидкостях.

**Оцінка проектів придбання та експлуатації суден, що використовуються для перевезень проектних вантажів.** Для оцінки ефективності роботи суден при їх подальшій експлуатації на умовах фрахтування на один рейс будемо використовувати показник тайм-чартерного еквіваленту (*ТЧЕ*) [18]. Будемо вважати, що в одному напрямку (з України) суднами перевозиться зерно навалом, а в зворотному (з Південно-Східної Азії) – негабаритні проектні вантажі. Значення *ТЧЕ* за круговий рейс дорівнює

$$ТЧЭ = \frac{F - R_{\text{бунк}} - R_{\text{нз}}^{\text{заз}}}{t_p}, \quad (1)$$

де  $F$  – неттофрахт судна за круговий рейс (з урахуванням брокерської комісії), дол.;

$R_{\text{бунк}}$  – загальні витрати на бункер за рейс, дол.;

$R_{\text{зм}}$  – змінні витрати за круговий рейс, дол.;

$R_{\text{нз}}^{\text{заз}}$  – витрати на каналні збори і послуги та збори, що стягуються в портах, дол.;

$t_p$  – тривалість кругового рейсу, діб.

Загальні витрати на бункер за рейс дорівнюють

$$R_{\text{бунк}} = t_x \cdot r_m \cdot (\Pi^{\text{ен}} \cdot q_x^{\text{ен}} + \Pi^{\text{он}} \cdot q_x^{\text{он}}) + t_{\text{ст}} \cdot r_m \cdot (\Pi^{\text{ен}} \cdot q_{\text{ст}}^{\text{ен}} + \Pi^{\text{он}} \cdot q_{\text{ст}}^{\text{он}}), \quad (2)$$

де  $t_x$  – тривалість ходового часу протягом кругового рейсу, діб;

$t_{\text{ст}}$  – час стоянки судна в портах протягом кругового рейсу, діб;

$r_m$  – коефіцієнт, що враховує витрати мастильних матеріалів;

$\Pi^{\text{ен}}$  – ціна важкого пального (IFO 380), дол./т;

$\Pi^{\text{он}}$  – ціна дизельного пального (MDO), дол./т;

$q_x^{\text{ен}}$  – витрати важкого пального під час ходу судна, т/добу;

$q_{\text{ст}}^{\text{ен}}$  – витрати важкого пального під час стоянки судна, т/добу;

$q_x^{\text{он}}$  – витрати дизельного пального під час ходу судна, т/добу;

$q_{\text{ст}}^{\text{он}}$  – витрати дизельного пального під час стоянки судна, т/добу.

Тривалість кругового рейсу визначається формулою

$$t_p = \frac{(L - L_{\text{обм}})}{12 \cdot v} + \frac{L_{\text{обм}}}{12 \cdot v_{\text{обм}}} + \frac{Q_3}{M_{\text{нав}}^3} + \frac{Q_3}{M_{\text{нав}}^3} + t_{\text{нав}}^{\text{np}} + t_{\text{вис}}^{\text{np}}, \quad (3)$$

де  $L$  – довжина переходу в один бік, миль;

$L_{\text{обм}}$  – довжина ділянки обмеженого судноплавства в один бік, миль;

$v$  – швидкість судна у відкритому морі, вузл.;

$v_{\text{обм}}$  – швидкість судна при проходженні ділянок з швидкісними обмеженнями, вузл.;

$M_{нав}^3$  – інтенсивність навантаження судна зерном в порту відправлення, т/добу;  
 $M_{вив}^3$  – інтенсивність вивантаження судна з зерном в порту призначення, т/добу;  
 $Q_3$  – розрахункове завантаження судна зерном, т;  
 $t_{нав}^{np}$  – час навантаження судна негабаритним вантажем, що перевозиться з Азії, діб;  
 $t_{вив}^{np}$  – час вивантаження з судна негабаритного вантажу, що перевозиться з Азії, діб.  
 Величина фрахту за весь рейс дорівнює

$$F = (Q_3 \cdot f_3 + F_{np}) \cdot (1 - r_{бр} / 100), \quad (4)$$

де  $f_3$  – тарифна ставка на перевезення зерна навалом на даному напрямку, дол./т;  
 $F_{np}$  – величина фрахту lumpsum за перевезення партії негабаритного вантажу з Азії, дол./т;  
 $r_{бр}$  – відсоток брокерської комісії, %.

В якості ключового показника ефективності при фрахтуванні судна в тайм-чартер може виступати середнє значення показника  $TЧЕ$  для цього судна, яке обчислюється по декількох типових напрямках перевезень. Однак, у випадку, коли постає питання щодо придбання судна, лише значень тайм-чартерних еквівалентів по різних напрямках перевезень недостатньо. В такому випадку більш доцільно розглядати показник чистої поточної вартості (Net Present Value або  $NPV$ ), тому що цей показник враховує як потоки коштів, що надходять під час експлуатації судна, так і вартість судна при його придбанні та продажу.

Для оцінки економічного ефекту від проектів придбання та експлуатації суден розрахуємо показник  $NPV$ . Цей показник оснований на дисконтуванні всіх доходів і витрат, які пов'язані з реалізацією проекту [19].

Чиста поточна вартість проекту придбання та експлуатації судна обчислюється за формулою

$$NPV = \sum_{i=1}^T PV(CF_i) + PV(I_{np}) - I_0^{ea}, \quad (5)$$

де  $T$  – період експлуатації судна, р.;  
 $CF_i$  – потік грошових коштів від експлуатації судна за  $i$ -й рік, дол.;  
 $I_0^{ea}$  – обсяг власних коштів судноплавної компанії, інвестованих в придбання судна, дол.;  
 $I_{np}$  – прогнозована вартість продажу судна після його експлуатації протягом  $T$  років, дол.

Потік грошових коштів за  $i$ -й рік дорівнює

$$CF_i = \overline{TЧЕ} \cdot T_e - R_i^{nocm} - R_i^{kp}, \quad (6)$$

де  $\overline{TЧЕ}$  – показник середньозваженого тайм-чартерного еквіваленту, що розраховується по всім основним напрямкам перевезень, дол./доб.;

$T_e$  – експлуатаційний період судна, діб;  
 $R_i^{nocm}$  – сумарні постійні витрати при експлуатації судна за  $i$ -й рік, дол.;  
 $R_i^{kp}$  – витрати по кредиту за  $i$ -й рік, дол.

Показник середньозваженого тайм-чартерного еквіваленту за всіма напрямками руху розраховується за формулою

$$\overline{TЧЕ} = \frac{\sum F - \sum R_{зм}}{\sum t_p}, \quad (7)$$

де  $\sum F$  – сума фрахту по всіх розглядуваних напрямках перевезень, дол.;  
 $\sum R_{зм}$  – сума змінних витрат по всіх розглядуваних напрямках перевезень, дол.;  
 $\sum t_p$  – загальна тривалість рейсів по всіх розглядуваних напрямках перевезень, діб.

Витрати по кредиту визначаються формулою

$$R_i^{kp} = I_{поч i}^{kp} \cdot \frac{p}{100} + \frac{I_{заг}^{kp}}{T}, \quad (8)$$

де  $p$  – відсоткова ставка по кредиту, %;

$I_{поч i}^{kp}$  – залишок кредитних коштів на початку  $i$ -го року, дол.;

$I_{заг}^{KP}$  – загальний обсяг кредитних коштів на початку інвестиційного проекту, дол.

**Результати розрахунків.** Для подальшого аналізу розглянемо декілька варіантів поповнення флоту судноплавної компанії шляхом придбання суден різних типів. В таблиці 1 представлені основні характеристики цих суден.

Таблиця 1

**Характеристики суден-претендентів**

	Судно1	Судно2	Судно3	Судно4	Судно5
Тип судна	general cargo	dry cargo ship	bulk carrier	bulk carrier	mpp/hl carrier
Рік побудови	2006	2009	2003	2007	2011
Дедвейт, т	6500	16800	28611	35000	32134
Осідання, м	6,20	8,25	9,77	9,70	11,20
Чиста вантажопідйомність ( $D_c$ ), т	6200	16000	27800	34151	31200
Вантажомісткість судна ( $W$ ), м <sup>3</sup>	8285	21648	35762	44183	39509
Неттореєстровий тоннаж (NRT), рег.т	2303	5507	10098	11251	10570
Довжина, м	118,60	148,00	169,26	193,84	193,90
Ширина, м	16,20	23,00	27,20	27,60	28,20
Висота борту, м	7,80	11,80	13,60	15,80	15,60
Кількість та розміри люків	3 25.2x12.6	4 16.4x17.0	5 13.5x16.0 19.18x17.6	5 18.8x18.2 21.0x18.0	8/12.64x15.4 25.28x12.8(2) 37.9x12.8(2) 31.6x12.8(2) 12.6x24.1
Паспортна швидкість з вантажем, вузл.	13,0	11,0	12,0	13,0	15,5
Витрати основного пального під час руху, дол./добу	6,0	8,2	13,0	19,0	35,5
Витрати дизельного пального під час руху, дол./добу	1,1	1,5	0,1	0,2	1,5
Витрати основного пального на стоянці, дол./добу	0,0	0,0	2,5	2,5	3,0
Витрати дизельного пального на стоянці, дол./добу	1,0	1,5	0,1	0,2	0,5
Ціна купівлі судна, тис. дол.	4000	8000	9500	11000	15800
Ціна продажу судна, тис. дол.	2300	6300	6100	7500	8100
Постійні витрати (R <sub>пост</sub> ), дол./добу	1100	1400	1700	1900	2500

Розглянемо роботу суден-претендентів на напрямках: Шанхай – Одеса, Гуанджоу – Южний та Циндао – Чорноморськ. Причому планується, що з України судна будуть йти завантажені зерном, а в зворотному – з негабаритним проектним вантажем.

В таблиці 2 представлені значення  $\overline{TЧЕ}$  та  $NPV$  для суден-претендентів на заданих напрямках перевезень за умови їх експлуатації на паспортних швидкостях, які були розраховані за формулами (1)–(8).

Таблиця 2

**Результати розрахунку  $\overline{TЧЕ}$  та  $NPV$  для суден-претендентів за умови їх експлуатації на паспортних швидкостях**

Судно	$\overline{TЧЕ}$ , дол./добу	$NPV$ , тис. дол.
Судно1	3920	733,15
Судно2	6382	1669,97
Судно3	8117	1819,21
Судно4	7853	521,97
Судно5	12489	1039,02

Як можна бачити з таблиці 2, на зазначених напрямках перевезень Судно5 має більше значення  $\overline{TЧЕ}$ , ніж решта суден. Але воно коштує значно більше ніж решта суден-претендентів. І тому, незважаючи на те, що значення  $\overline{TЧЕ}$  для Судна5 є значно більшим, ніж для інших суден, якщо враховувати всі грошові потоки, що пов'язані з придбанням та експлуатацією суден, виявляється, що значення  $NPV$  для Судна5 поступається відповідним значенням для Судна3 та Судна2. Судно4 виглядає найгіршим порівняно з іншими суднами, оскільки для нього значення  $NPV$  є найменшим, а проект придбання Судна3 виглядає найбільш доцільним, тому що для нього значення  $NPV$  є найбільшим.

Всі результати, що наведені в таблиці 2, були отримані за умови експлуатації суден на паспортних швидкостях. І перш ніж робити остаточний висновок щодо придбання одного з розглядуваних суден, доцільно провести додаткове дослідження проектів з огляду на можливість експлуатації суден на зменшених швидкостях.

**Аналіз ефективності експлуатації суден, зважаючи на можливість їх експлуатації на уповільнених швидкостях.** Ефективність експлуатації суден на зменшених швидкостях (slow steaming) обумовленатим, що залежність витрат пального від швидкості судна є нелінійною. Деякі автори пропонують вважати витрати пального приблизно пропорційними третьому ступеню швидкості руху судна [20, 12]. Але точний вигляд залежності витрат пального від швидкості руху судна може варіювати в залежності від конструкції судна, типу двигуна та поточного стану корпусу. Для того, щоб оцінити те, як змінення швидкості руху буде впливати на показники ефективності експлуатації розглядуваних суден-претендентів, за допомогою регресійного аналізу оцінимо залежність витрати палива від експлуатаційної швидкості. В таблиці 3 наведено фактичні дані про витрати основного пального в залежності від швидкості руху для всіх суден-претендентів.

Таблиця 3

**Фактичні дані витрат основного пального при різних швидкостях руху суден**

Швидкість, вузлів	Судно1	Судно2	Судно3	Судно4	Судно5
5,0	1,2	1,7	2,5	3,0	4,6
5,5	1,3	1,8	2,7	3,3	5,2
6,0	1,4	1,9	3,0	3,6	5,8
6,5	1,5	2,1	3,3	4,0	6,7
7,0	1,7	2,5	3,7	4,5	7,2
7,5	1,8	2,7	4,1	5,3	8,0
8,0	2,0	3,1	3,7	5,8	8,4
8,5	2,2	3,6	5,3	6,5	9,5
9,0	2,3	4,4	6,0	7,8	10,8
9,5	2,7	4,5	6,9	8,4	12,6
10,0	3,0	5,9	7,8	9,5	13,7
10,5	3,5	6,9	8,9	11,3	15,1
11,0	3,8	7,8	9,7	12,0	16,6
11,5	4,2	-	11,5	13,5	18,8
12,0	4,5	-	13,2	14,6	20,0
12,5	5,5	-	-	17,0	21,9
13,0	6,5	-	-	19,0	23,8
13,5	-	-	-	-	25,6
14,0	-	-	-	-	27,7
14,5	-	-	-	-	30,5
15,0	-	-	-	-	33,4
15,5	-	-	-	-	36,0

Результати побудови ліній регресії, що описують залежність витрат пального від швидкості руху суден, представлені в таблиці 4. Графіки цих ліній регресії наведені на рис. 1. Кружками позначені точки фактичних спостережень.

Таблиця 4

**Залежність витрат палива від швидкості руху суден-претендентів**

Судно	Функція регресії, що описує залежність витрат палива від швидкості руху суден	Значення коефіцієнту детермінації, $R^2$
Судно1	$y = 0,0104x^3 - 0,1984x^2 + 1,5098x - 2,73$	0,9933
Судно2	$y = 0,0182x^3 - 0,2519x^2 + 1,3982x - 1,2984$	0,9937
Судно3	$y = 0,0126x^3 - 0,0984x^2 + 0,3016x + 1,9468$	0,9939
Судно4	$y = 0,0091x^3 - 0,0343x^2 + 0,2488x + 1,4179$	0,9981
Судно5	$y = 0,0042x^3 + 0,0877x^2 - 0,2659x + 3,2776$	0,9992

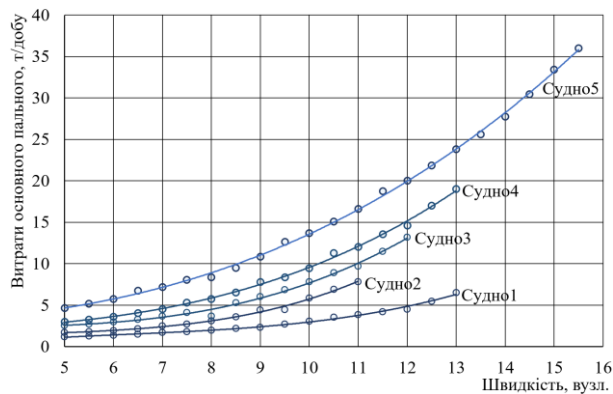


Рис. 1. Порівняння залежностей витрат основного пального від швидкості суден-претендентів

Спираючись на формули (1)–(8) та враховуючи наведені в таблиці 4 функції залежності витрат основного пального від швидкості, можна дослідити залежність показників ефективності експлуатації суден при різних швидкостях руху суден. В таблиці 5 представлені результати розрахунків значень  $NPV$  при різних швидкостях руху суден.

Таблиця 5

Залежність  $NPV$  від вибору швидкості руху суден-претендентів

Швидкість, вузл.	$NPV$ , тис. дол.				
	Судно1	Судно2	Судно3	Судно4	Судно5
5,0	-1154,7	-517,7	-1453,7	-1972,5	-3600,0
5,5	-851,2	2,6	-882,4	-1415,4	-2779,0
6,0	-564,9	482,7	-356,9	-912,1	-2029,0
6,5	-297,5	917,6	121,2	-462,3	-1347,8
7,0	-50,3	1301,9	550,7	-65,9	-733,4
7,5	174,9	1629,1	930,0	277,4	-184,0
8,0	376,7	1892,6	1257,7	567,6	302,4
8,5	553,3	2084,7	1532,1	804,6	727,5
9,0	703,2	2197,4	1751,5	988,4	1092,9
9,5	824,5	2222,0	1914,4	1118,8	1400,3
10,0	915,8	2149,0	2019,0	1195,8	1651,1
10,5	975,2	1968,6	2063,5	1219,2	1846,8
11,0	1000,9	1670,0	2046,2	1188,6	1988,6
11,5	991,4	–	1965,4	1103,9	2078,0
12,0	944,8	–	1819,2	964,7	2116,1
12,5	859,3	–	–	770,9	2104,2
13,0	733,1	–	–	522,0	2043,2
13,5	–	–	–	–	1934,3
14,0	–	–	–	–	1778,5
14,5	–	–	–	–	1576,8
15,0	–	–	–	–	1330,0
15,5	–	–	–	–	1039,0

На рис. 2 наведено графіки залежностей значень  $\overline{TЧЕ}$  від швидкості руху суден-претендентів, а на рис. 3 – графіки залежностей значень  $NPV$  від швидкості руху суден-претендентів.

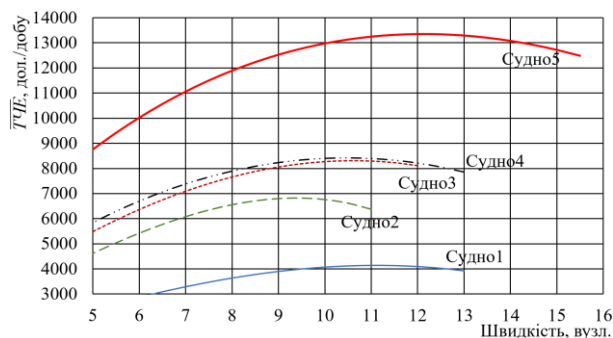


Рис. 2. Порівняння залежностей значень  $\overline{TЧЕ}$  від швидкості руху суден

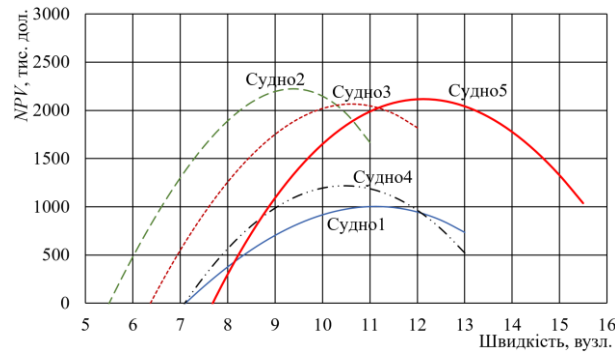


Рис. 3. Порівняння залежностей значень  $NPV$  від швидкості руху суден

В таблиці 6 представлені максимальні значення  $\overline{TЧЕ}$  та  $NPV$ , які можуть бути досягнуті при оптимальному виборі швидкості руху суден.

Таблиця 6

**Максимальні значення  $\overline{TЧЕ}$  та  $NPV$ , які можуть бути досягнуті при оптимальному виборі швидкості руху суден-претендентів**

Судно	Оптимальна швидкість, вузл.	Максимальні значення, які можуть бути досягнуті при оптимальному виборі швидкості руху суден	
		$\overline{TЧЕ}$ , дол./добу	$NPV$ , тис. дол.
Судно1	11,1	4136	1001
Судно2	9,4	6826	2222
Судно3	10,6	8313	2064
Судно4	10,5	8413	1219
Судно5	12,1	13355	2116

Порівнюючи рис. 2 і рис. 3, можна помітити, що з точки зору значення  $\overline{TЧЕ}$  Судно2 займає передостаннє місце на всіх швидкісних режимах серед всіх суден-претендентів, а з точки зору  $NPV$  це судно є лідером за умови його експлуатації на швидкості приблизно 9,4 вузлів. Це пояснюється тим, що значення  $NPV$  враховує не тільки поточні заробітки суден, але і вартості їх купівлі та продажу.

Порівнюючи значення в таблиці 2 і таблиці 6 та криві на рис. 3, можна помітити, що при використанні суден на паспортних швидкостях найбільше значення  $NPV$  досягається для Судна3, але при оптимальному керуванні швидкістю руху значення  $NPV$  для Судна2 перевищує значення  $NPV$ , які можуть бути досягнуті при оптимальному виборі швидкісних режимів для решти суден. Також з рис. 3 та таблиці 2 можна бачити, що при використанні на паспортній швидкості Судно1 має значення  $NPV$  більше, ніж Судно4. Але при оптимальному виборі швидкості руху суден максимальне значення  $NPV$  для Судна1 виявляється помітно меншим, ніж максимальне значення  $NPV$  для Судна4 (рис. 3, таблиця 6). Аналізуючи рис. 3, також можна відзначити, що Судно5 має досить великі значення  $NPV$  при його використанні на швидкості приблизно 12 вузлів. Ці значення дуже мало відрізняються від абсолютно максимального значення  $NPV$ , що може бути досягнуте Судном2 на швидкості 9,4 вузлів.

**Висновок.** Дослідження показали, що вибір спеціалізованих суден, які розраховані для перевезення негабаритних проектних вантажів, дозволяє досягти максимальних значень  $TЧЕ$  за рахунок того, що ці судна можна максимально ефективно використовувати для перевезення зазначених вантажів. Однак вартість цих суден висока. Тому показники  $NPV$  проектів придбання та експлуатації таких суден можуть бути відносно невисокими при роботі з наявними вантажопотоками, що включають як негабаритні проектні, так і навалювальні вантажі.

Незважаючи на те, що судна балкери та деякі суховантажні судна набагато гірше пристосовані для перевезення негабаритних вантажів, ніж спеціалізовані, за рахунок того, що суховантажні судна значно дешевші, при обґрунтованому виборі типу судна та швидкісного режиму значення  $NPV$  для проектів придбання та експлуатації суден-суховантажів можуть перевищувати відповідні значення для спеціалізованих суден.

Запропонована в цій роботі методика розрахунків дає можливість особі, що приймає рішення, робити обґрунтований вибір проекту придбання судна для перевезення як навалювальних, так і негабаритних проектних вантажів, з огляду на можливість експлуатації суден на різних швидкостях.

#### Література

1. Матеріали та публікації сайту World's Top Exports // <http://www.worldstopexports.com/chinas-top-10-exports/>
2. Організація і планування роботи морського флоту / Союзов А.А. / П.Р. Дубинский, О.Т. Кондрашихин, В.С. Петухов, / Під. ред. А.А. Союзова. – М. : Транспорт, 1979. – 416 с.
3. Бакаев В.Г. Експлуатація морського флоту – М.: Транспорт, 1965. – 560 с.

4. Краєв В.И., Ступін О.К., Лімонов Э.Л. Економічні обґрунтування при проектуванні морських вантажних суден / В.И. Краєв. – Л.: Суднобудування, 1973. – 294с.
5. Шибавє А.Г., Акімова О.В. Швидкості суден (термінологія, поняття, зміст). Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education' 2014
6. Брошков С.Д. Вибір економічної швидкості ходу судна з урахуванням характеристик головного двигуна / С.Д. Брошков – Одеса: Вид. ОНМА, 2010. – с.16-22
7. Васькевич Ф.А. Коли не потрібен повний хід./ Ф.А. Васькевич, П.Ф. Нечитайленко // «Морський флот» - 1982.-№12.– с.44-45.
8. Лапкіна І.А., Акімова О.В. Визначення оптимальної експлуатаційної швидкості суден-контейнеровозів при зміні обсягів перевезень на лінії // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. №18. – Одеса: Вид. ОНМУ, 2011. – с.165–181.
9. Акімова О.В. Обґрунтування експлуатації контейнерних суден зі знизеними навантаженнями на головний двигун // Науково-виробничий журнал Одеського національного морського університету. Серія «Проблеми техніки»: Науково-виробничий журнал: статті – Одеса, 2010. - № 2. – С. 43-52.
10. Wigforss J. Benchmarks and measures for better fuel efficiency./ Department of Shipping and Marine Technology. Chalmers University of Technology. /Gothenburg, 2012/ Vol – 38.
11. I. Lapkina, M. Malaksiano, V. Glavatskih To the issue of the possibility of operating vessels at slow speeds / Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки", 2019. Т. 30(69), Ч. 2, № 4, – С. 134–140.
12. Судник Н.В., Коскіна Ю.А. Обґрунтування швидкісного режиму роботи орендованих суден при кон'юнктурних змінах ринку їх експлуатації/ Scientific research and their practical application. Modern state and ways of development '2013. [Електронний ресурс]: <http://www.sworld.com.ua>
13. Лапкіна І.О., Малаксіано М.О., Главатських В.И. Багатокритеріальний підхід к обґрунтуванню вибору проекту придбання і експлуатації судна-балкера // Зб. наук. праць ДУІТ. Серія «Транспортні системи і технології», 2019. Вип.33. Т.2. – С. 99–110.
14. Мельник О.М. Питання забезпечення безпеки процесу морського перевезення негабаритних вантажів. Науково-технічний збірник "Комунальне господарство міст" Вип 152, vol 6;
15. Мельник О.М. Problem statement and prospects for the development of oversized cargo transportation in Ukraine, Shipping and Navigation, НУ «ОМА», Одеса. Вип 29, 2019;
16. О.М. Мельник, Огляд стану дослідження проблеми перевезень негабаритних вантажів в Україні. Транспортні системи і технології, Збірник наукових праць ДУІТ, Вип 34, 2019;
17. Акімова О.В., Мельник О.М. Організаційні аспекти перевезення проектних вантажів // Вісник Одеського національного морського університету. № 3 (56), 2018 с.123–134.
18. Лапкін О.І., Лапкіна І.О. Ефективність фрахтування судна на умовах рейсового тайм-чартеру. Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 4 (234) – 2017. с. 134–137.
19. Лапкіна І.О., Павловська Л.А., Болдирева Т.В., Шутенко Т.М. Проектний аналіз. Теоретичні основи оцінки проектів на морському транспорті. Учебний посібник. — Одеса: ОНМУ, 2008. — 315 с.
20. Раховецький А.Н., Герасимов А.В. Підвищення ефективності перевезень і використання флоту шляхом вибору оптимальної швидкості ходу суден (Морський транспорт. Серія «Технічна експлуатація флоту»): експрес інформація. – М.: В/О «Мортехінформреклама». – 1982. Вип. 13. – С. 15.

#### References

1. Materials that publication of the World's Top Exports // <http://www.worldstopexports.com/chinas-top-10-exports/>
2. Organization and planning of the work of the merchant fleet / Souzov A. A. / P. R. Dubinsky, O. T. Kondrashin, V. S. Petukhov, / Edited by A. A. Souzov. – М. : Transport, 1979. – 416 p
3. Bakaev V. G.-Operation of merchant fleet. – М.: Transport, 1965. – 560 p
4. Kraev V. I. Stupin O. K., Limonov E. L. Economic justification in the design of marine cargo vessels. – Leningrad: Sudostroenie, 1973. – 294с.
5. Shibaev A. G., Akimova, O. V. Speed vessels (terminology, concept, content). Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education' 2014
6. Broshkov S. D. Selection of economic speed of the vessel, taking into account the characteristics of the main engine./ Odessa: Publishing house of Academy, 2010. – с.16-22
7. The F. A. Vaskevich When you don't need a full ahead./ F. A. Vaskevich, P. F. Nechitailenko // "Merchant fleet" - 1982-No. 12.– p. 44-45.
8. Lapkina I. A., Akimova O. V. Determination of the optimum operating speed of container ships during change of the volume of carriages on the line // Methods and means of operation of the management of transport systems. No. 18. – Odessa: publishing house of the Academy, 2011. – с.165-181.
9. Akimova O. V. Justification of the operation of container ships with low loads on the main engine // Naukovo-Virobnichiy journal OSMU. Series of "Problems of technics". – Odessa, 2010. - No. 2. – S. 43-52.
10. J. Wigforss Benchmarks and measures for better fuel efficiency./ Department of Shipping and Marine Technology. Chalmers University of Technology. /Gothenburg, 2012/ Vol – 38.
11. I. Lapkina, M. Malaksiano, V. Glavatskih To the issue of the possibility of operating vessels at slow speeds / Vcheni zapyski of Tavricheskiy National University im V. I. Vernadskogo. Series: The-HNC science", 2019. Т. 30(69), Part 2, № 4, – Pp. 134-140.
12. N. Sudnik. Y. Koskina Y, Substantiation of the speed mode of operation of leased vessels in the context of changes in the market of their operation / Scientific research and their practical application. Modern state and ways of development'2013. [Electronic resource]: <http://www.sworld.com.ua>
13. I. Lapkina, M. Malaksiano, V. Glavatskikh, A multi-criteria approach to project of selection the acquisition and operation of bulk carrier // Zbirnyk naukovih prac' DUIT. Series of "Transport systems and technology", 2019. Iss.33. Vol. 2. – P. 99-110.

14. O. Melnyk, Safety issues of oversized cargo transportation by sea. Scientific and Technical Collection "Municipal Economy of Cities" Issue 152, vol 6;
15. O. Melnyk, Problem statement and prospects for the development of oversized cargo transportation in Ukraine, Shipping and Navigation, NUOMA, Odessa. Iss. 29, 2019;
16. O. Melnyk, State of study of the problem of transportation of oversized cargoes in Ukraine. Transportation Systems and Technologies, DUIT Research Papers, Vol. 34, 2019;
17. O. Akimova, O. Melnyk, Organizational aspects of project cargo transportation // Visnik of the Odessa National Marine University. No. 3 (56), 2018 p. 123–134.
18. O. Lapkin, I. Lapkina, The effectiveness of vessel chartering under the conditions of a voyage charter. Newsletter of the National Ukrainian University of Volodymyr Dahl No. 4 (234) - 2017. 134–137.
19. I. Lapkina, L. Pavlovs'ka, T. Boldireva, T. Shutenko Project analysis. The theoretical basis for the evaluation of projects in maritime transport. Tutorial. - Odessa: ONMU, 2008.-- 315 p.
20. Rakhovetsky A.N., Gerasimov A.V. Improving the efficiency of transportation and use of the fleet by choosing the optimal speed of ships (Sea transport. Series "Technical operation of the fleet"): express information. - M.: V / O "Mortehinformreklama." - 1982. Issue. 13. - S.

*В настоящее время подавляющее большинство промышленных малогабаритных грузов перевозится по морю в контейнерах. Основными типами грузов, которые не подлежат перевозке в контейнерах, являются навалочные, негабаритные и тяжеловесные грузы. Причем, для грузов, которые не перевозятся в контейнерах в направлении Черное море – Юго-Восточная Азия, в основном преобладают насыпные грузы, а в обратном направлении – негабаритные и тяжеловесные проектные партии груза. Принимая во внимание данную специфику структуры грузопотоков, в этой работе предлагается методика оценки эффективности эксплуатации судов и обоснования оптимального выбора типа судна с учетом возможности его эксплуатации на различных скоростях. Для того, чтобы сравнить эффективность проектов приобретения и эксплуатации судов, использовался показатель NPV.*

**Ключевые слова:** навалочные грузы, негабаритные проектные грузы, трамповые перевозки, оптимальная скорость движения судна.

*Transportation of oversized project cargo can be carried out on specialized vessels, specially designed and constructed having technical characteristics that are most suitable for the carriage for such cargo. However, practically, there are often situations when bulk carriers or container ships used to carry the oversized project cargo. The main reason is the specific distribution of the global economy. Significant volumes of bulk cargoes imported into the countries of Southeast Asia, and at the same time, this region is a leading exporter of project cargo. Therefore, sometimes it is more reasonable to use these vessels for the transportation of oversized and heavy loads than to perform the ballast passage in reverse direction. It should also be borne in mind that one of the main expense items of shipping companies is fuel oil costs. Fuel consumption directly depends on the choice of high-speed mode of movement of the vessels. Therefore, research aimed at justifying the optimal speed of ships is of great relevance. In this work proposed a methodology for substantiating the optimal choice of a vessel type, taking into account the possibility of her use for transportation of project cargo, as well as the operation of the vessel at slow speeds.*

**Keywords:** bulk cargoes, oversized project cargo, tramp traffic service, optimal operation speed.

**Малаксіано М.О.** – к.ф.-м.н., доцент, завідувач кафедри технічної кібернетики та інформаційних технологій ім. Р.В. Мерктя Одеського національного морського університету, e-mail: [malax@ukr.ua](mailto:malax@ukr.ua).

**Мельник О.М.** – капітан далекого плавання, аспірант кафедри експлуатації флоту і технології морських перевезень Одеського національного морського університету, e-mail: [m.onmu@ukr.net](mailto:m.onmu@ukr.net).