

УДК 005.34:629.5.081.5:658.562

DOI 10.47049/2226-1893-2024-2-212-224

ЯКІСТЬ ПРОЄКТУ СУДНА ЯК КРИТЕРІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ ЙОГО РОБОТИ

Є.Г. Оберемок

к.т.н., експерт Одеського науково-дослідного інституту судових експертиз
Міністерства Юстиції України
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7531-8449>
e-mail: oberemok08@gmail.com

А.В. Бондар

д.т.н., професор кафедри «Управління логістичними системами
і проектами»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2228-2726>
e-mail: ocheretyankaalla@gmail.com

О.О. Демідюк

аспірант кафедри «Управління логістичними системами і проектами»
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8761-2180>
e-mail: s.demidiuk00@gmail.com

Одеський національний морський університет, Одеса, Україна

Анотація. Розглянуті питання оцінки ефективності роботи судна як елемента транспортної системи.

Показано, що судовласник повинен мати надійний інструмент для прийняття правильних рішень (оцінок) на етапі розгляду пропозиції або проєкту судна для мінімізації ризиків прийняття помилкових комерційних рішень.

Запропоновано відносний критерій ефективності проєкту і шляхи його визначення для існуючого судна та для проєкту судна.

Крім того розглянуто процедуру побудови рангового критерію ефективності проєкту, який в дослідженні залежить від ваги порожнього судна і бажаних характеристик гвинто-рульового комплексу.

Розглянуті критерії застосовані для аналізу якості існуючих балкерів типу *Rapatax*.

Ключові слова: якість проєкту судна, оцінки ефективності проєкту, відносний критерій ефективності проєкту.

UDC 005.34:629.5.081.5:658.562

DOI 10.47049/2226-1893-2024-2-212-224

SHIP'S DESIGN QUALITY AS A EFFICIENCY CRITERION

Yevhen Oberemok

PhD, expert of Odesa Scientific Research Institute of Forensic Expertise
of the Ministry of Justice of Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7531-8449>

e-mail: oberemok08@gmail.com

Alla Bondar

Dr. of Science, Professor, department «Logistics systems and project anagement»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2228-2726>

e-mail: ocheretyankaalla@gmail.com

Oleksandr Demidiuk

Postgraduate, department «Logistics systems and project management»

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8761-2180>

e-mail: s.demidiuk00@gmail.com

Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine

Abstract. *The issues of assessing the efficiency of a ship as an element of the transportation system are considered. It is shown that a shipowner must have a reliable tool for making the right decisions (assessments) at the stage of considering a ship proposal or design to minimize the risks of making unsuccessful commercial decisions. The authors propose a relative criterion of project efficiency and ways to determine it for an existing vessel and for a ship project. In addition, the procedure for constructing a rank criterion of project efficiency, which in the article depends on the weight of the empty vessel and the desired characteristics of the propeller hull, is considered. The considered criteria are applied to analyze the quality of existing Panamax bulk carriers.*

Keywords: *ship design quality, project performance evaluation, relative project performance criterion*

Проблематика. Процес оновлення флоту може виконуватись за рахунок придбання існуючих на ринку суден, або проектування та побудови нових суден. Нацьому шляху судновласник змушений вирішувати велику кількість комерційних, технічних і організаційних питань, що забезпечать прийняття обґрунтованих рішень або на стадії обрання існуючого судна за певними параметрами, або встановлення розрахунковим шляхом оптимальних характеристик проекту судна.

Тому судновласник повинен мати надійний інструмент для прийняття правильних рішень (оцінок) на етапі розгляду пропозиції або проекту судна для мінімізації ризиків прийняття помилкових комерційних рішень.

Зазвичай для оптимізації характеристик проєктованого судна використовуються різноманітні економічні критерії, які обираються з особливостей експлуатації та типу судна [1]. Існують також методи, що за допомогою імітаційного моделювання поєднують обрані економічні критерії з конкретними технічними характеристиками судна [2; 3; 4].

В останні роки важливу роль в оцінці ефективності судна відіграють індекси EEDI (the Energy Efficiency Design Index), EEOI (the Energy Efficiency Operational Index), EEXI (the Energy Efficiency Existing Ship Index), SEEMP (the Ship Energy Efficiency Management Plan), що пов'язані з різними аспектами – такими, як якість проєктування, зменшення викидів шкідливих речовин (CO₂) і т.ін. [5; 6]. Визначенню оптимальної навігаційної швидкості в різних умовах роботи, що є основою і передумовою для підвищення енергоефективності судна в режимі реального часу, присвячено дослідження [7]. Вказані процедури визначення індексів і оптимальної швидкості досить складні і часто не відображають реальні потреби і бажання судновласників в процесі вирішення задач поповнення флоту.

В роботі [8] зроблено спробу визначити впливові (значущі) параметри суден-балкерів за допомогою факторного аналізу статистичних даних. До розгляду бралися безрозмірні комплекси основних характеристик судна, оскільки економічні показники експлуатації для суден вибірки були недоступні.

Метою дослідження є створення простого та ефективного інструменту оперативної оцінки якості судна, який базується на практичному досвіді суднохідних компаній та дозволяє обґрунтовано приймати рішення щодо придбання конкретного судна або розробки вимог технічного завдання на проєктування. Такий інструмент дозволить в цілому підвищити якість управлінських рішень.

Основний текст доповідей. Ефективність проєкту, його економічний результат зазвичай є головним критерієм для замовника (не на шкоду безпеці мореплавства і збереженню навколишнього середовища). Тому отримання максимального доходу I і мінімізація витрат E – завжди є основною і постійною його турботою.

Однак абсолютне значення прибутку $P=I-E$ не дає змоги однозначно охарактеризувати фінансовий результат, тому що той самий прибуток можна отримати за результатом різних понесених витрат і найефективнішим буде варіант, у якого витрати були меншими.

Видається більш доцільним порівнювати варіанти проєктів за відносними показниками, наприклад за рівнем рентабельності (відношення прибутку до витрат) $PR = P/E$ або за рівнем прибутковості – PP , тобто величиною

$$PP = I / E \quad (1)$$

Природно, що чим більша сума доходів і чим менша сума витрат, тим кращий фінансовий стан проєкту ($PP > 1$), за умови $PP = 1$ – можна констатувати відсутність прогресу, а за умови $PP < 1$ – фіксувати збитки.

Дохід судна $I = F * LC$ залежить від ринкових умов (від фрахтової ставки F) і від кількості вантажу, що перевозиться LC . Вантажопідйомність визначається проєктними рішеннями (усім комплексом питань, який доводиться розв'язувати

в процесі проектування судна: основні розміри судна, форма корпусу і його системи, механізми, СЕУ і т.д. і т.п.).

Загалом, можна констатувати, що всі статті судових витрат визначаються такими критеріями:

- реалізованими проектними рішеннями (якістю проекту судна);
- якістю робіт верфі;
- якістю експлуатації та управління (екіпаж і менеджер судна);
- випадковими величинами.

Для переважної кількості транспортних суден одними з основних є 3-4 статті: паливо, екіпаж, портові, ремонт, і вони можуть становити 75-85% від усієї суми витрат судна.

Кожен тип судна має властиву йому структуру витрат. Крім того, розподіл витрат для одного і того ж судна може змінюватися залежно від рейсу.

Тому досвід судовласника (менеджера), який має у своєму розпорядженні статистичні дані про роботу власних суден, може допомогти йому спрогнозувати витрати для нового судна, що близьке за своїми характеристиками до характеристик його суден, що вже експлуатуються.

На першому етапі для експрес-оцінки проекту нового судна може бути використана залежність, яка дає змогу визначити рівень прибутковості PII відповідно до прогнозованих судових витрат P , що можуть базуватися на середніх величинах, виходячи з досвіду експлуатації наявних суден

$$PII = I / (Tv * Pi / ai), \quad (2)$$

де $I = (LC * F)$ – дохід за рейс (LC – кількість перевезеного вантажу;

F – фрахтова ставка за перевезення однієї тони вантажу);

Tv – тривалість рейсу, доба;

Pi – добові витрати i -статей витрат (наприклад, $i = 1$ – тільки для палива,

$i = 2$ – паливо та екіпаж, $i = 3$ – паливо, екіпаж і портові тощо);

ai – частка в загальних витратах статті «Палива» ($i = 1$) або «Паливо та екіпаж» ($i = 2$), або «Паливо, екіпаж і портові витрати» ($i = 3$) тощо.

Для експрес-оцінки прийнятих (або вже реалізованих у суднах типу «*second hand*») проектних рішень можна розрахувати відносний критерій ефективності A , для розрахунку якого використовуються величини, що фігурують в описі будь-якого судна

$$A = 24 * (DW * V) / \rho me, \quad (3)$$

де DW – дедвейт судна (т);

V – швидкість судна (вузли);

ρme – добова витрата палива головного двигуна (т/добу).

Значення відносного критерія ефективності $A(3)$ має наближений характер, тому що доходи, які судно може отримувати від експлуатації, базуються на чистій вантажопідйомності, яка відрізняється від DW на величину судових запасів,

а тайм-чартерний опис будь-якого наявного судна, яке вже існує, або судна, яке тільки будується, може мати певні аспекти рекламності (із цієї причини наприкінці опису найчастіше зазначають «WOG» – withoutwarranty або «All figures given above are about» і т.д.).

Проте, за умови точного визначення фактичних параметрів, що входять у вираз (3), величина A дає змогу з достатнім ступенем достовірності говорити про якість проекту, тому що для близьких проектів суден величина суднових запасів $P_{зан}$ незначною мірою впливає на кінцевий результат, а чисельник із фізичного погляду є роботою, яку виконує судно. Величина A дає змогу говорити про якість проекту судна, про «кількість роботи», яку може виконати одиниця витраченого палива СЕУ (цей показник підлягає незначному коригуванню, якщо головний двигун (далі ГД) судна працює на різних сортах палива).

У разі відсутності всіх необхідних даних під час зіставлення проектів судновласник на першому етапі може використовувати в чисельнику замість дедвейту водотоннажність (але краще – чисту вантажопідйомність), а в знаменнику – замість витрат палива – потужність ГД. Після уточнення даних на наступних етапах рекомендується уточнити величину A з використанням відкоригованих параметрів. Заміна в знаменнику (3) витрат палива на потужність СЕУ кардинально не змінює розподіл даних, проте дещо «змащує» об'єктивність оцінки з огляду на те, що з обліку виводиться інформація про коефіцієнт корисної дії (ККД) гвинто-рульового комплексу (ГРК).

Водотоннажність порожнього судна. Дедвейт, а також вантажопідйомність судна визначаються проектними рішеннями, які ухвалює проєктант судна, головними розмірами судна, формою корпусу і, врешті-решт, водотоннажністю порожнього судна DLW , яку на завершальному етапі визначають у процесі кренування (або зважування) судна.

Безсумнівно, що мінімізація ваги судна порожнім не може бути самоціллю проєктанта, однак при виконанні інших необхідних критеріїв – загальної та місцевої міцності, і т.п. її зменшення може стати однією з вагомих конкурентних переваг. Величина DLW залежить не тільки від ухвалених проектних рішень під час створення судна і планованого терміну служби, а й від досвіду і професіоналізму проєктанта. Судна, що мають дуже близькі експлуатаційні характеристики, можуть мати істотно відмінні величини DLW .

Проєктування «занадто міцного» судна також не може бути виправданим, зважаючи на те, що за такого підходу судновласник втрачає у вантажопідйомності. Для експрес-оцінки металоемності судна можуть бути рекомендовані такі відносні величини:

$$k_1 = DLW / D;$$

$$k_2 = DLW / LBH,$$

де D – водотоннажність судна за максимальної осадки T_{max} ,
 LBH – кубічний модуль (основні розміри судна).

Швидкість і витрати палива. Швидкість і витрати пального визначаються як проектними рішеннями, ухваленими при створенні комплексу «двигун-гвинт-корпус», під час вибору головних розмірів судна і форми його корпусу, так і мають залежність від професіоналізму екіпажу і менеджерів.

Основні проектні параметри, що впливають на кінцевий результат:

- пропульсивний коефіцієнт роботи гвинта в комплексі з корпусом судна, (залежний зі свого боку від коефіцієнтів засмоктування і попутного потоку);
- ККД валопроводу з передачею (якщо є редуктор);
- коефіцієнт загальної повноти;
- відносна довжина;
- водотоннажність;

і низка інших.

Таким чином, якість проекту судна, призначеного, наприклад, для перевезення навалювальних вантажів, залежить не тільки від оптимальних проектних рішень, що забезпечують зниження металомісткості суднових конструкцій (і в остаточному підсумку – DLW), а й від застосованих проектних рішень при створенні системи «двигун-гвинт-корпус».

Характерними особливостями, притаманними, зокрема, суднам, які проєктують останніми роками, є такі проектні рішення:

- оптимізована силова енергетична установка (зокрема «використання на великих суднах турбокомпресорів у комбінації з головним двигуном та електронним управлінням, що дає змогу скоротити викид вуглекислого газу навіть на малих швидкостях тощо);
- використання спеціальних присадок, що дають змогу оптимізувати процес згоряння палива;
- скорочення тертя завдяки інноваційному покриттю днища судна;
- використання системи «рейс-контроль» (ця система акумулює останні дані про погоду і з урахуванням умов рейсу пропонує найкоротший і найекономніший з погляду витрачання палива курс судна)
- оптимізована пропульсивна система: високоефективні конструктивні рішення для гребних гвинтів, гвинти підвищеного діаметру зі зниженими обертами (якщо немає навігаційних обмежень), потоконаправляючі крила і насадки, обтічники та інші проектні рішення, спрямовані на поліпшення пропульсивних якостей судна;
- використання відновлюваної енергії (встановлення на судні сонячних батарей).

За п'ятибальною системою якість проекту умовно можна визначити, наприклад, шляхом додавання відповідних балів, що присвоюються загально-проектним рішенням, які зумовлюють величину DLW , і рішенням, ухваленим під час проєктування гвинто-рульового комплексу (ГПК) (таблиця 1).

Таблиця 1

Якість проекту та її ранжування

Оцінка проектних рішень	Величина DLW K_1 Бали	ГРК K_2 Бали	Якість проекту $K = K_1 + K_2$ Бали
Perfect	5	5	10 ($8 < K \leq 10$)
Well	4	4	8 ($6 < K \leq 8$)
Satisfactory	3	3	6 ($4 < K \leq 6$)
Bad	2	2	4 ($2 < K \leq 4$)
Very bad	$1 \leq$	$1 \leq$	2 ($0 < K \leq 2$)

На рисунку 1 наведено принципову схему зміни якості проекту K залежно від величини DLW (зона «М») – зона мінімально-допустимих товщин залежно від проектного терміну служби судна).

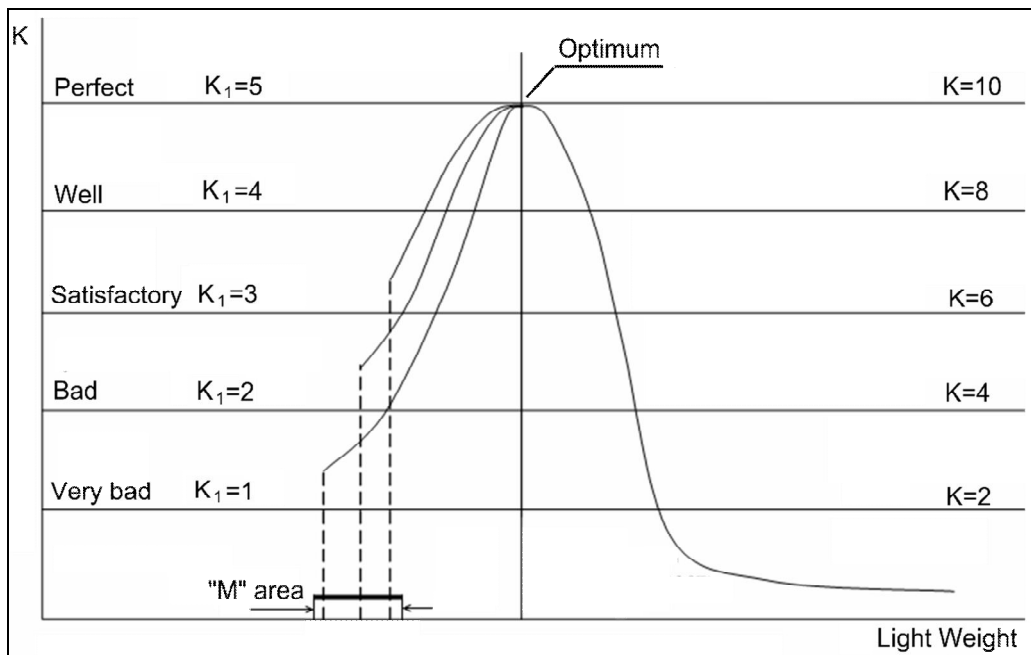


Рис. 1. Якість проекту K и DLW (Light Weight)

Балкери класу «Panamax», що мають жорсткі вимоги до розмірів суден, мали б мати дуже близькі параметри ефективності та якості проєктів. Проте аналіз показує, що, наприклад, для балкерів дедвейтом (75100-77800) тонн критерій ефективності A змінюється в досить широкому діапазоні: від $(6,58-8,11) \cdot 10^4$. Настільки широкий діапазон зміни може бути обумовлений не тільки ступенем достовірності вихідної інформації, але й застосованими проєктними рішеннями. Зокрема, більші значення величини A притаманні суднам, у яких менша вага порожнього судна, вищий ККД гвинто-рульового комплексу (використання гвинтів підвищеного діаметру і меншої частоти обертання аж до 82-86 об/хв., більші висота борту й осадка, рис. 2).

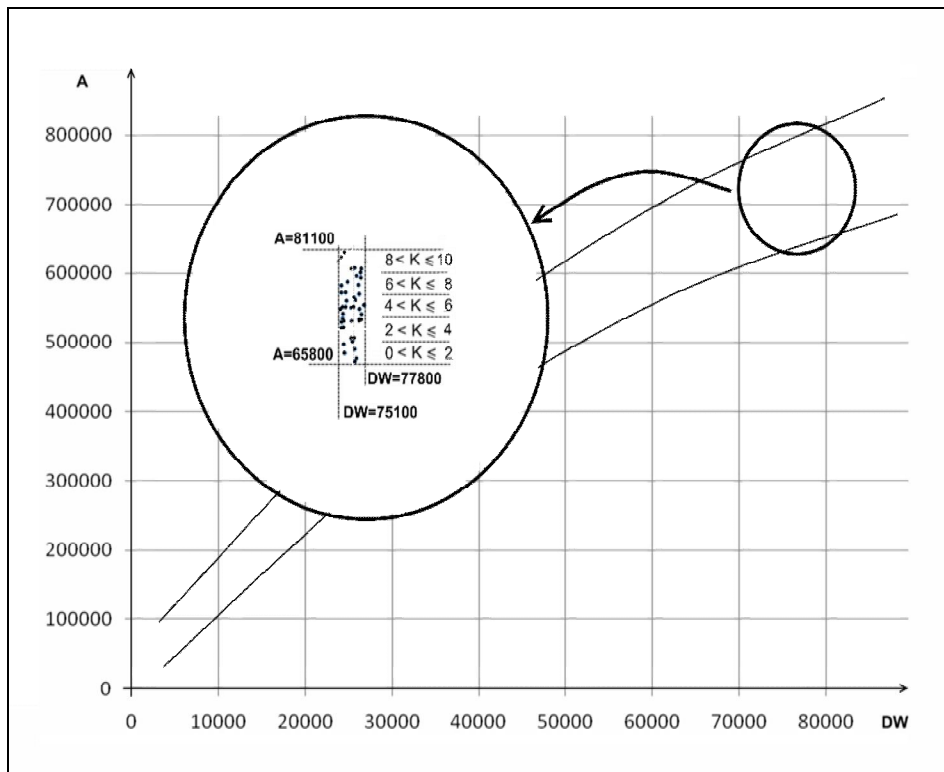



Рис. 2. Критерій ефективності A для балкерів типу Panamax

На підтвердження цього як приклад у табл. 2 наведено характеристики двох проєктів, здійснених, практично, в один час. Параметри, представлені в таблиці, показують, що максимальний дедвейт другого варіанта більший, ніж у першого, незважаючи на те, що його гранична осадка менша. Причиною цієї розбіжності є занадто великі відмінності у величині DLW , тому що українське судно важче за китайське на 45 %.

З іншого боку, якщо китайський проєкт витрачає 34 тонни при максимальній осадці, то параметр A майже на 3,5 % буде більшим в українського проєкту з огляду на кращі гідродинамічні рішення.

Таблиця 2

Основні характеристики балкерів класу *Ranatax*

Yard	Okean Shipyard, Ukraine	CSSC Kaohsiung Shipyard/Kaohsiung, China
Hull	501	702
Delivery date	1998	1999
Class	[DnV + 1.A.1. ICE-C Bulk carrier HC/E (holds 2,4,6 empty) EO,ib(t)]	[GL  100 A5 Bulk Carrier ESP SOLAS-II-2, Reg.19 DBC C1D11, Strengthened for Heavy Cargo Holds No. 2, 4 and 6 may be empty].
Lpp, m	217,30	217,6
Breadth, m	32,20	32,20
Depth, м	18,85	19,00
Project draught, m	12,20	13,314
Project Deadweight (draught), t	58600	69999
Design draught, m	13,830	13,772
Deadweight (design draught), t	69400	73035
Light weight, t	15440	10627
Block coefficient C_b for scantling draught	0,855	0,846
GT	40538	39161
NT	23742	24557
Holds capacity (grain), m ³	86330	86364
Holds, pcs	7	7
TPC, t/cm	67	66,5
Main engine (type)	6S60MC	5RTA62U
Power of ME (SCR), kWt	7810	9847
Speed, kn	13,9	14,0
Fuel consumption (IFO) t/day – P_f	31,0	34,0
Робота, що виконується судном задобу ($24 \cdot V \cdot DWT$)	23151840	24539760
Value $A = (24 \cdot V \cdot DWT) / P_f$	746833	721757

Однак, це не дає змоги віддати першому проєкту перевагу, оскільки будівельна вартість його буде, звісно ж, вищою через значну різницю у величині DLW (без урахування цін на китайську суднобудівну продукцію).

Ці два проєкти наочно показують, що, незважаючи на їхні очевидні плюси й мінуси, остаточне рішення слід ухвалювати після виконання економічних розрахунків (з урахуванням будівельної вартості, умов будівництва, фінансування та кредитування, майбутньої експлуатації тощо).

Під час вибору параметрів судна і його форми корпусу велике значення має накопичений досвід проєктної організації, оскільки цей досвід дає змогу відмовитися від невдалих проєктних рішень і навпаки – застосувати ті рішення, які добре себе зарекомендували вже в раніше реалізованих проєктах.

Тому для суден, які максимально використовують під час експлуатації свою вантажопідйомність (балкери, танкери), для експрес-оцінки проєктних рішень можуть бути використані залежності (2) і (3).

У тому разі, якщо судовласник бере участь у створенні проєкту нового судна, то з метою отримання максимально можливої величини K можна рекомендувати керуватися (за відсутності морехідних обмежень) такими принципами:

- вибір форми і розмірів корпусу судна з урахуванням можливих експлуатаційних обмежень і з метою унеможливлення роботи судна в області гідродинамічних горбів опору;
- максимально можлива осадка (гранична висота борту, використання для суховантажних суден Rule «B-60» Regulation 27.9, CHAPTER III FREEBOARDS (International Convention on LoadLines, 1966 including Protocol of 1988);
- оптимальні проєктні рішення, спрямовані на зменшення DLW (проєктування корпусу за МСЕ) і не на шкоду міцності та експлуатаційним якостям судна;
- безперервний поздовжній комінгс вантажних трюмів головної палуби;
- мінімальний склад екіпажу;
- потоко-спрямовувальні крила і насадки перед гвинтом та інші проєктні рішення, спрямовані на підвищення ККД всього пропульсивного комплексу судна (гвинт великого діаметру, знижені оберти гвинта і т.п.).

Дещо складніше виконати експрес-оцінку проєкту судна, призначеного для контейнерних перевезень, оскільки судна цього типу змушені приймати баласт для забезпечення остійності. Можна припустити, що для суден цього типу є сенс приймати величину дедвейту за умови гомогенного завантаження контейнерів (14 тонн) або середнього завантаження контейнеру, притаманного діючій контейнерній лінії (якщо подібна інформація є достовірною і стабільною).

Природно, що під якістю проєкту судна слід розуміти ширше поняття, яке не обмежується тільки економічними питаннями. До нього слід включати всі критерії безпеки мореплавства, охорони довкілля та зумовлені цими факторами проблеми: недостатня остійність або міцність, проблеми оголення гвинта, затоплюваність, слемінг, повороткість або стійкість на курсі, утворення тріщин у судових конструкціях та механізмах, якість обраного устаткування і т.п.

Однак економічний аспект для транспортних суден, як і раніше, має визначати основні рішення будь-якого проєктанта і впливати на остаточний вибір судовласника.

Висновки. Зроблена спроба розробити відносно просту та ефективну експрес-оцінку якості проекту судна, яка побудована на зрозумілих фізичних та економічних параметрах. Застосовані відносні параметри: рівень прибутковості та критерій ефективності судна. Показано як за допомогою методу ранжування та обраних складових якості визначити інтегральну якість судна. Виконані порівняльні оцінки критерія ефективності судна. Визначені параметри мають важливе значення в процесі прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо поповнення флоту компанії ефективними суднами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Вашедченко А.М., Кротов О.І., Бондаренко О.В., Панкова О.В. Методи оптимального проектування суден. Миколаїв: НУК, 2011, 110 с.*
2. *Некрасов В.А., Кабанова Н.Н. Задача функционирования судна, эксплуатирующегося на незакрепленных линиях перевозок, в проблеме его проектирования // НУК, Сборник научных трудов НУК. № 6 (423). 2008. С. 35-40.*
3. *Кабанова Н.Н. Решение стохастической задачи оптимизации характеристик трампового судна // Вестник ОНМУ. № 34. 2012. С. 172-183.*
4. *Aldo A. McLean, William E. Biles «A simulation approach to the evaluation of operational cost and performance in liner shipping operations», WSC & # 39;08 Proceedings of the 40th Conference on Winter Simulation. Miami. Florida. December 07-10. 2008. Winter Simulation Conference ©2008. P. 2577-2584.*
5. *Jasper Faber, Maarten't Hoen, Robert Vergeer, John Calleya «Historical Trends in Ship Design Efficiency, The Impact of Hull Form on Efficiency», Report, Delft, CE Delft, March 2016, Publication code: 16.7H27.23. 55 p.*
6. *Improving Energy Efficiency of Ships through Optimisation of Ship Operations, IAMU 2014 Research Project (No. 20140301), Istanbul Technical University (ITU), Published by the International Association of Maritime Universities (IAMU) Secretariat, Toranomon 35 MoriBuilding 7F, 3-4-10, Minatoku, Tokyo 105-0001, Japan.*
7. *Kai Wang, Xinpeng Yan, Yupeng Yuan, Feng Li «Real-time optimization of ship energy efficiency based on the prediction technology of working condition», National Engineering Research Center for Water Transport Safety, Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei 430063, China, Transportation Research Part D 46. 2016. P. 81-93.*
8. *Demidiuk, O., Kosoy, M., & Zaiets, A. (2023). Determining basic characteristics of bulk carriers at the early stages of design. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 6(1) (126). P. 68-77.*
9. *VolkerBertram, H. Schneekluth «Ship design for efficiency and economy», 2-nd Edition, Butterworth-Heinemann. 1998. 224 p.*

10. Lokukaluge P. Perera , Brage Moand Leifur A. Kristjánsson «Identification of Optimal Trim Configurations to improve Energy Efficiency in Ships». Norwegian Marine Technology Research Institute (MARINTEK), Trondheim. Denmark. August. 2015. P. 267-272. In Proceedings of the 10th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft (MCMC2015), Copenhagen,

REFERENCES

1. Vashedchenko A.M., Krotov O.I., Bondarenko O.V., Pankova O.V. *Methods optimal ship design*. Mykolaiv: NUK, 2011, 110 p.
2. Nekrasov V.A., Kabanova N.N. *The problem of the functioning of a vessel operating on unsecured lines of transportation, in the problem of its design // NUK // Collections of scientific work of the NUK, No. 6 (423), 2008. P. 35-40.*
3. Kabanova N.N. *Solving the stochastic task of optimizing the characteristics of a tramp ship // Vestnik ONMU. No. 34. 2012. P. 172-183.*
4. Aldo A. McLean, William E. Biles «A simulation approach to the evaluation of operational cost and performance in liner shipping operations», WSC '08 Proceedings of the 40th Conference on Winter Simulation. Miami. Florida. December 07-10. 2008. Winter Simulation Conference © 2008. P. 2577-2584.
5. Jasper Faber, Maarten't Hoen, Robert Vergeer, John Calleya «Historical Trends in Ship Design Efficiency, The Impact of Hull Form on Efficiency», Report, Delft, CE Delft, March 2016, Publication code: 16.7H27.23, 55 p.
6. «Improving Energy Efficiency of Ship sthrough Optimisation of Ship Operations», IAMU 2014 Research Project (No. 20140301), Istanbul Technical University (ITU), Published by the International Association of Maritime Universities (IAMU) Secretariat, Toranomom 35 Mori Building 7F, 3-4-10, Minato-ku, Tokyo 105-0001, Japan.
7. Kai Wang, Xinpeng Yan, Yupeng Yuan, Feng Li «Real-time optimization of ship energy efficiency based on the prediction technology of working condition», Natio-nal Engineering Research Center for Water Transport Safety, Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei 430063, China, Transportation Research. Part D 46. 2016. P. 81-93.
8. Demidiuk O., Kosoy M., & Zaiets A. (2023). *Determining basic characteristics of bulk carriers at the early stages of design // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(1) (126). P. 68-77.*
9. VolkerBertram, H. Schneekluth «Ship design for efficiency an deconomy», 2-nd Edition, Butterworth-Heinemann, 1998. 224 p.

10. Lokukaluge P. Perera, Brage Moand Leifur A. Kristjánsson «Identification of Optimal Trim Configurations to improve Energy Efficiency in Ships». Norwegian Marine Technology Research Institute (MARINTEK), Trondheim. Denmark. August, 2015, P. 267-272. In Proceedings of the 10th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft (MCMC2015), Copenhagen.

Стаття надійшла до редакції 16.06.2024

Посилання на статтю: Оберемок Є.Г., Бондар А.В., Демідюк О.О. Якість проєкту судна як критерій ефективності його роботи// *Вісник Одеського національного морського університету*: Зб. наук. праць, 2024. № 2 (73). С. 212-224. DOI 10.47049/2226-1893-2024-2-212-224.

Article received 16.06.2024

Reference a journal artic: Oberemok Y., Bondar A., Demidiuk O. Ship's design quality as a efficiency criterion // *Herald of the Odesa national maritime university*: Coll. scient. works, 2024. № 2 (73). P. 212-224. DOI 10.47049/2226-1893-2024-2-212-224.