

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Панкова Ольга Володимирівна

УДК 629.5.01: 629.542

**ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО
СУДНА, ЩО ПЕРЕВОЗИТЬ ВАНТАЖІ ПОСЛІДОВНИМИ
РЕЙСАМИ**

Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та будування суден

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Миколаїв – 2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті кораблебудування (НУК) імені адмірала Макарова Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Некрасов Валерій Олександрович
Національний університет
кораблебудування
імені адмірала Макарова,
завідуючий кафедри
теорії та проектування суден

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Зайцев Володимир Васильович
Національний університет
кораблебудування
імені адмірала Макарова,
завідуючий кафедри морських технологій

кандидат технічних наук, доцент
Баскаков Сергій Миколайович
Одеський національний
Морський університет
в.о. завідувача кафедри
теорії та проектування корабля

Захист відбудеться 2011 р. о ... годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 38.060.02 Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова за адресою: 54025, м. Миколаїв, проспект Героїв Сталінграда, 9, ауд. 360.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова за адресою: м. Миколаїв, проспект Героїв Сталінграда, 9.

Автореферат розісланий " ____ " _____ 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор технічних наук, доцент

Л.І. Коростильов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми обумовлена значною потребою України в перевезеннях вантажів послідовними рейсами; відсутністю відповідних досліджень в практиці проектування суден, що експлуатуються в режимі послідовних рейсів (СПР); необхідністю створення програмних комплексів, які давали б можливість на початкових етапах проектування, при обмеженій кількості даних, визначити основні характеристики судна, орієнтуючи процес його проектування на досягнення найбільшої технічної досконалості і найбільшої ефективності при перевезенні вантажів послідовними рейсами.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, виконаною в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи "Розробка методики проектування суден для умов ринкової експлуатації" № 0107U000718 Міністерства освіти і науки України і держбюджетної науково-дослідної роботи "Розробка методики визначення параметричної надійності судна на початкових етапах його проектування" № 0111U002319 Міністерства освіти і науки України.

Метою досліджень є створення методів для визначення оптимальних за техніко-економічними показниками характеристик та елементів СПР на ранніх стадіях їх проектування, розробка відповідної методики проектування.

Основні задачі наукового дослідження. Для досягнення наміченої мети дослідження необхідно вирішити такі задачі:

1. Виконати аналіз розвитку вантажоперевезень морем.
2. Обробити статистичні дані по вантажним судам, що були спроектовані останніми роками, і створити базу даних для СПР.
3. Проаналізувати архітектурно-конструктивні типи та дослідити особливості експлуатації СПР, а також їх техніко-експлуатаційні характеристики, отримати формули для наближеного визначення головних розмірів таких суден.
4. Для формування функціональних обмежень завдання пошуку екстремумів цільових функцій технічної досконалості та ефективності СПР розробити відповідну математичну модель судна, що досить повно відображає його морехідні та інженерні якості.
5. У цій моделі особливу увагу приділити методу визначення характеристик ходовості, оскільки СПР після навантаження/розвантаження в портах рухається на переходах із змінною посадкою.
6. Сформулювати типові задачі функціонування СПР в заданому районі експлуатації та підібрати метод їх рішення, орієнтований на визначення загального та приватних показників ефективності виконання судном основних функціональних операцій.
7. Визначити фінансово-ресурсне забезпечення проектування, побудови та експлуатації суден, які працюють в режимі послідовних рейсів.

8. Розробити спосіб оцінки ефективності виконання судном своїх основних функціональних операцій з урахуванням особливостей вкладення фінансових коштів в його створення та експлуатацію і підібрати відповідний критерій ефективності транспортного судна за даними ринкової екстракції.

9. Сформувати визначення економічних показників СПР як результат розв'язання задачі перетворення законів розподілу поточних цін на вихідні складові процесів його проектування, побудови та експлуатації в кінцеву величину – вартість створення та утримання судна на проміжку часу, рівному життєвому періоду.

10. Визначити показники загальної ефективності СПР і на цій основі сформувати задачу визначення їх екстремальних значень як задачу пошуку екстремуму відповідних цільових функцій.

11. Оптимізаційну задачу визначення основних елементів та характеристик СПР виставити як задачу реалізації вибраних критеріїв його технічної досконалості та ефективності.

12. Розробити систему обмежень оптимізаційної задачі вибору головних розмірів СПР, що включає набір основних вимог до якостей спроектованого судна, які обумовлюють його безпеку плавання та ефективність.

13. Розробити методику та прикладні програми вибору і оптимізації основних проектних характеристик СПР по вибраним критеріям, за допомогою яких можна було б отримувати результати вирішення конкретних задач вибору головних елементів суден послідовних рейсів на початкових стадіях їх проектування.

14. Здійснити чисельний експеримент за визначенням оптимальних проектних характеристик транспортного судна, перевірити адекватність математичної моделі та працездатність розроблених програмних засобів.

15. Встановити основні закономірності, що впливають на результат вибору оптимального проектного рішення СПР.

16. Розробити рекомендації по використанню прикладних програм оптимізації проектних характеристик транспортного судна послідовних рейсів.

Об'єктом дослідження є оптимізація техніко-економічних показників при виборі проектних рішень транспортних суден, що експлуатуються в режимах послідовних рейсів.

Предмет дослідження – метод визначення основних характеристик транспортних суден послідовних рейсів на початкових стадіях їх проектування.

Методи дослідження. Метод проектної оптимізації транспортного судна послідовних рейсів і його реалізація будуються на основі використання математичного моделювання та програмування; аналізу економічних показників в суднобудуванні та судноплавстві; чисельного експерименту.

1. Теоретичною та методологічною основою дослідження є теорія корабля та теорія проектування суден, економічний аналіз процесів інвестування їх побудови та експлуатації.

2. При побудові математичної моделі інженерних та навігаційних властивостей СПР використані сучасні рішення проблем місткості, ходовості, остійності та морехідності таких суден.

3. При формулюванні та вирішенні задач функціонування СПР були використані інструменти дослідження складних динамічних систем з випадковими характеристиками, що знаходяться в умовах випадкових впливів, теорія перетворення випадкових функцій динамічними системами та теорія імітаційного моделювання процесів функціонування таких систем.

4. Визначення показників ефективності здійснене на основі використання алгоритмів економічного аналізу процесів інвестування побудови та експлуатації СПР.

5. Для формування задачі оптимізації та визначення екстремальних значень показників ефективності СПР використані методи нелінійного програмування.

6. Система обмежень при пошуку екстремумів сформована за допомогою методу зовнішніх штрафних функцій.

7. Визначення точності розрахунків виконане за допомогою теорії помилок, що використовує методи теорії ймовірностей.

Помітними віхами на шляху становлення теорії проектування суден як самостійної наукової дисципліни були результати досліджень В.Л. Поздюніна, Л.М. Ногида і, пізніше, В.В. Ашика, А.В. Бронникова, О.А. Нарусбаєва, В.М. Пашина. Різні аспекти сучасної теорії проектування судна розроблялися в працях А.М. Вашедченко, О.І. Гайковича, Г.Ф. Демешко, В.П. Іванова, В.О. Некрасова, Н.Б. Севостьянова, Б.А. Царева та ін. вчених, в області теорії економічних обґрунтувань проектних рішень в роботах Л.Б. Бреслава, М.В. Войлошникова, В.І. Краєва, Н.П. Любушина В.П. Соколова та ін.

Для підвищення ефективності досліджень потрібний інноваційний пошук нетипових наукових напрямів з врахуванням загальних перспектив суднобудування і судноплавства.

Наукова новизна отриманих результатів. В результаті проведених досліджень особисто претендентом були отримані наступні нові результати:

– створена і обґрунтована математична модель судна, що перевозить вантажі послідовними рейсами, яка відображає його основні інженерні та морехідні якості (місткість, масове навантаження, міцність, ходовість, морехідність); ця математична модель включає в себе новий уточнений спосіб визначення місткості вантажних трюмів та загальної місткості судна (основою способу є аналітичне представлення епюри ємкості без використання теоретичного креслення); спосіб визначення на основі статистичних даних постійних вантажів та дедвейту судна, а також положення центрів тяжіння

всіх укрупнених складових масового навантаження; алгоритм оцінки міцності судна з використанням спрощених формул відповідно до вимог класифікаційного товариства (Регістра судноплавства України) до визначення геометричних характеристик приведенного еквівалентного бруса; нові регресійні залежності для визначення сумарної потужності енергетичної установки залежно від головних елементів та швидкості ходу судна;

– розроблений спосіб визначення показників економічної ефективності СПР на проміжку часу, рівному його життєвому періоду; на основі ретельного аналізу сучасного стану цін та тенденцій їх зміни розроблена методика розрахунку ймовірнісних характеристик собівартості та будівельної вартості транспортного судна; через отримані представлення вартості виражені витрати на побудову судна, необхідні для вирішення задач оптимізації проектних характеристик СПР; також розроблений алгоритм визначення експлуатаційних витрат суден, що перевозять вантажі послідовними рейсами, і прибутку, отриманого від експлуатації суден в режимах послідовних рейсів; в якості основного критерію ефективності СПР вибраний критерій максимізації прибутку від його продуктивного використання та задача визначення головних розмірів судна на початкових стадіях його проектування сформульована як задача пошуку максимуму прибутку від експлуатації судна в заданому комплексі умов функціонування;

– виконана теоретична постановка сукупності основних задач функціонування судна, яке експлуатується в режимі послідовних рейсів; для формування задач функціонування СПР використаний апарат теорії безперервних марківських процесів, що дозволило визначити ефективність виконання судном сукупності його основних функціональних операцій в районі експлуатації з врахуванням впливу випадковості реальних чинників, супроводжуючих експлуатацію; для вирішення задач функціонування розроблена імітаційна модель функціонування суден, які перевозять вантажі послідовними рейсами;

– на основі використання методів нелінійного програмування сформульована задача оптимізації основних характеристик СПР, що включає алгоритми визначення інженерних та навігаційних властивостей такого судна, вирішення основних задач його функціонування, оцінки вартості побудови та експлуатації, а також безпеки і ефективності експлуатації; при оптимізації характеристик СПР алгоритмічне визначення основних економічних показників та критеріїв ефективності здійснюється залежно від поточних значень характеристик, що оптимізуються, отриманих з врахуванням особливостей функціонування і характеристик району експлуатації, від даних, що характеризують обмеження оптимізаційної задачі; в процесі рішення оптимізаційної задачі, пошук екстремуму цільової функції чергується з рішенням задач функціонування судна, що отримується на основі використання апарату теорії марківських процесів; вживання апарату цієї

теорії дозволяє здійснити оцінку параметричної надійності судна як його здібності протистояти дії негативних чинників експлуатації; на цій основі здійснюється досягнення двох основних цілей проектування суден – забезпечення необхідного рівня ефективності та безпеки функціонування об'єкту; при досягненні цих цілей, враховується вплив процесів фінансування побудови та експлуатації судна; таким чином, визначення основних елементів СПР вперше здійснене не лише з врахуванням особливостей його побудови та експлуатації, але і з врахуванням особливостей інвестування процесів будівництва судна та його експлуатації.

Наукове значення результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що задачі вибору критеріїв ефективності та розробки методу пошуку характеристик оптимального проекту СПР є актуальними невирішеними проблемами сучасної теорії проектування суден.

Вирішення цих задач дало можливість здійснити вдосконалення процесу проектування СПР.

Практичне значення отриманих результатів. Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає в створенні прикладних методик та програм.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи також полягає у вживанні при розробці методики визначення оптимальних елементів СПР апарату теорії випадкових функцій та економічного аналізу, за допомогою яких враховується вплив реальних чинників, супроводжуючих побудову та експлуатацію СПР, а також інвестування процесів проектування, побудови та експлуатації таких суден, на визначення їх оптимальних головних елементів.

Прикладне значення полягає в створенні комплексу програм "Consecutive voyage", за допомогою якого можна проводити дослідження ефективності СПР і отримувати результати рішення конкретної задачі вибору головних елементів СПР на початкових стадіях проектування.

Впровадження результатів дисертації. Розроблена методика вибору основних елементів СПР та комплекс програм "Consecutive voyage" впроваджені та використані в порядку дослідної експлуатації на ВАТ "Чорноморсуднопроект", ПАТ "Чорноморський суднобудівний завод", ВАТ "Херсонський суднобудівний завод", в учбовому процесі Національного університету кораблебудування (м. Миколаїв, Україна).

Результати розрахунку, виконаного за допомогою комплексу програм, також можуть бути використані в інших проектно-конструкторських і науково-дослідних організаціях для обґрунтування вибору проектних характеристик СПР і вибору найбільш ефективних варіантів перспективного СПР при складанні технічного завдання на проектування цих суден, а також на ранніх стадіях проектування.

Особистий внесок автора. Дисертаційна робота є закінченим комплексним дослідженням. Всі теоретичні та практичні результати дисертації були отримані здобувачем особисто.

Конкретна особиста участь автора в здобутті наведених в дисертації наукових результатів полягає в підготовці та математичній обробці статистичних даних по судам, спроектованих ВАТ "Чорноморсуднопроект"; у здобутті нових регресійних залежностей для визначення сумарної потужності енергетичної установки залежно від швидкості ходу та головних елементів судна; у розробці нового уточненого способу визначення на початкових стадіях проектування місткості вантажних трюмів та загальної місткості судна; у розробці на основі статистичних даних способу визначення постійних вантажів і дедвейту судна, а також положення центрів тяжіння всіх укрупнених складових масового навантаження; у розробці алгоритму оцінки міцності судна з використанням спрощених формул при визначенні геометричних характеристик приведенного еквівалентного бруса і відповідно до вимог класифікаційного товариства (Регістра судноплавства України); розробці математичних моделей функціонування СПР; формуванні алгоритмів визначення ефективності, собівартості, будівельної вартості, експлуатаційних витрат, прибутку від експлуатації СПР за весь його життєвий період; створенні математичної моделі судна, що працює в режимі послідовних рейсів, яка відображує його основні технічні та морехідні якості; формулюванню оптимізаційної задачі визначення головних елементів СПР; дослідженні чутливості результатів оптимізації до варіацій основних характеристик СПР; розробці алгоритму і методик визначення головних елементів судна, що перевозить вантажі послідовними рейсами.

У роботах, написаних в співавторстві, здобувачеві належить: [1] – розробка схеми експлуатаційного сценарію судна, що працює в режимі послідовних рейсів; визначення часу продуктивного періоду судна послідовних рейсів; [2] – створення блок-схеми визначення основних елементів судна і блок-схеми імітаційної моделі судна, що експлуатується в режимі послідовних рейсів; [12] – обробка статистичних даних по судам, спроектованих ВАТ "Чорноморсуднопроект"; розробка регресійних залежностей для визначення сумарної потужності енергетичної установки залежно від швидкості і головних елементів судна; розробка нового уточненого способу визначення місткості судна, місткості вантажних трюмів на початкових стадіях проектування; [13] – визначення показника ефективності комерційного судна в умовах конкурентного середовища; формулювання задачі оптимального проектування судна, що перевозить вантажі послідовними рейсами.

Апробація роботи. Результати дисертаційної роботи докладалися та отримали позитивну оцінку на другій студентській науково-технічній конференції "Совершенствование проектирования и эксплуатации морских

судов и сооружений", м. Севастополь (04–07 грудня 2007 р.), на науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (23–25 квітня 2008 р.), на науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, присвяченій 90-літтю Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (24–26 березня 2010 р.), на міжнародній науково-практичній конференції "Современные информационные и инновационные технологии на транспорте", м. Херсон (25–27 травня 2010 р.), на міжнародній науково-практичній конференції "Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2010", м. Одеса (21–30 червня 2010 р.), на міжнародній науковій конференції "Научное лето – 2010", м. Київ (09 серпня 2010 р.), на першій Міжнародній науково-технічній конференції, присвяченій 90-літтю Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (15–17 вересня 2010 р.), на всеросійській заочній науково-технічній конференції з міжнародною участю "Наука и практика: проблемы, идеи, инновации", Росія, м. Єкатеринбург (25 вересня 2010 р.), на п'ятій Міжнародній науково-практичній конференції "Наука и современность – 2010", Росія, м. Новосибірськ (04 жовтня 2010 р.), на міжнародній науковій конференції "Научные исследования современности. Выпуск 1", м. Київ (04 жовтня 2010 р.), на міжнародній науково-практичній конференції "Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2010", м. Одеса (04–15 жовтня 2010 р.), на третій Міжнародній науково-практичній конференції "Наука в современном мире", Росія, м. Москва (30 жовтня 2010 р.), на міжнародній науково-практичній конференції "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2010", м. Одеса (20–27 грудня 2010 р.) та ін., на наукових семінарах кафедри теорії та проектування суден НУК (2007 – 2010 р.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 25 друкарських наукових робіт, а саме: 11 в збірках наукових праць, що рекомендуються Переліком ВАК України (з них 9 статей без співавторів), 1 стаття в міжнародному журналі "Судостроение и судоремонт", 2 статті в наукових журналах, 11 доповідей міжнародних конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена на 177 сторінках машинописного тексту, включаючи 23 сторінки з рисунками та таблицями. Дисертація складається з вступу, семи розділів, висновку, списку використаних джерел, літератури та 7 додатків. Матеріал містить 177 сторінок основного тексту, 47 рисунків, 7 таблиць, 222 найменування літературних джерел. Обсяг додатків – 51 сторінка.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, теоретичне та практичне значення дисертації, формулюються мета та основні задачі даного дослідження, показана наукова новизна роботи.

У першому розділі розглядається розвиток перевезень вантажів морем, а також особливості роботи суден в режимі послідовних рейсів (СПР). На основі створеної здобувачем бази даних по вагових навантаженнях з вимірниками мас більш ніж 70 проектів суден, спроектованих ВАТ "Чорноморсуднопроект", був проведений аналіз основних елементів та характеристик сучасних суден. Для виявлення залежності між масою та головними розмірами судна використані традиційні підходи теорії ймовірності, такі, як метод найменших квадратів та метод факторного аналізу. Зокрема, отримані регресійні рівняння для наступних статей масового навантаження, т: металевий корпус $P_{0101} = -40^{-8} M^2 + 0,05M - 122,8$, де

$M = aC_b^{\frac{1}{3}} L^{\frac{4}{3}} B H^{\frac{2}{3}}$, a – коефіцієнт льодових посилень, C_b – коефіцієнт загальної повноти, L – довжина між перпендикулярами, м, B – ширина судна, м, H – висота борту, м; фундаменти, підкріплення $P_{0102} = -10^{-8} (aLBH)^2 + 0,003aLBH + 9,7$; устаткування суднових приміщень $P_{0108} = -10^{-5} ((LBH)^{2/3})^2 + 0,07(LBH)^{2/3} - 5,8$; енергетична установка $P_{04} = -20^{-6} Ne^2 + 0,1Ne - 122,8$, де Ne – потужність енергетичної установки (ЕУ), кВт, а також для водотоннажності судна порожнем:

$$D_{\text{пор}}(L, B, H, Ne, C_b) = 0,04L^{2,098} + 0,1587B^{2,9} + 5,23H^{2,247} + 0,064Ne^{1,105} + 435C_b^{2,995}.$$

За результатами виконаного огляду наукової літератури та узагальнення досвіду проектування і експлуатації СПР сформульовано питання, що вимагають подальшого дослідження, та поставлено основні задачі дисертації.

Другий розділ присвячено загальній постановці задачі, аналізу та вибору методу її розв'язання. Узагальненим показником ефективності комерційного судна в умовах конкурентного середовища є прибуток, що отримується від експлуатації судна за певний проміжок часу. Для пошуку оптимальних характеристик СПР при максимізації прибутку був обраний метод Пауелла, що відноситься до методів безумовної оптимізації, із застосуванням методу зовнішніх штрафних функцій.

Третій розділ присвячений визначенню інженерних та морехідних якостей СПР, таких як місткість, масове навантаження, міцність, плавучість, остійність, ходовість та морехідність.

Для визначення теоретичної місткості судна на початкових стадіях проектування запропоновано спосіб побудови наближеної епюри ємності. Для формування епюри використовується наближена побудовна по шпангоутах, що має форму трапеції. Її визначають (рис. 1): довжина більшої основи $a = L$, м; висота трапеції $h = \omega = C_m BT$, м, де ω – площа мідель-шпангоуту, м²; C_m –

коефіцієнт повноти мідель-шпангоуту; площа трапеції $S = V$ або $S = \frac{(a+b)h}{2}$, m^2 , де $V = C_b LBT$ – об’ємна водотоннажність судна, m^3 , b – довжина меншої основи трапеції, м. В результаті перетворень маємо $(a+b)h = 2C_b LBT$, $b = L(2C_b / C_m - 1)$. Абсциса центра ваги площі трапеції дорівнює абсцисі центра величини судна. За допомогою отриманої побудованої по шпангоутах формується наближена епюра ємності судна у формі трапеції.

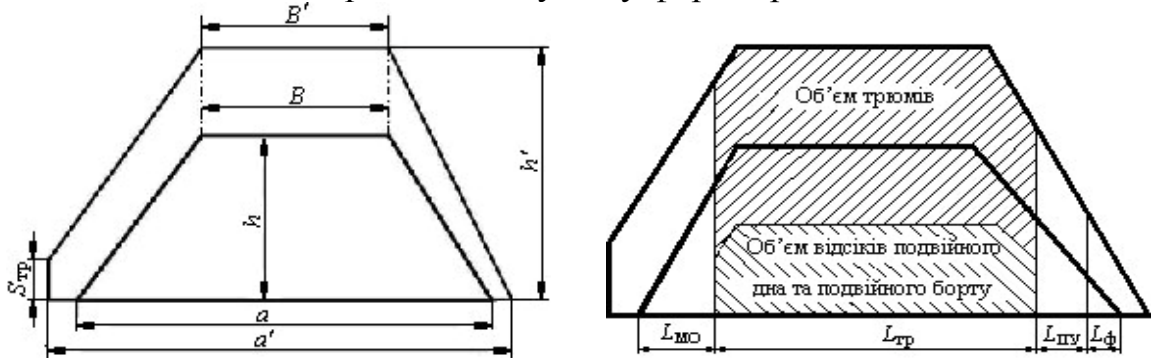


Рис. 1. Наближені побудовна по шпангоутах та епюра ємності

Довжина більшої основи трапеції дорівнює максимальній довжині судна. Висота трапеції дорівнює площі мідель-шпангоуту судна по ВП: $h' = C_m BT + (H - T)B$, де h' – висота трапеції наближеної епюри ємності судна без ділянки розвалу бортів, м. Довжина верхньої основи трапеції приблизно дорівнює довжині циліндричної вставки судна: $b' = b = L(2C_b / C_m - 1)$, де b' – довжина меншої основи наближеної епюри ємності судна, м. Побудова епюри ємності здійснюється до побудови теоретичного креслення. Для визначення місткості вантажних трюмів на епюрі ємності виділяємо машинне відділення ($L_{мо}$, м), форпик ($L_{ф}$), об’єм подвійного днища, бункер, приміщення підрулюючого пристрою ($L_{пу}$), трюмну частину судна ($L_{тр}$), об’єм подвійного борту та ін.; додаємо об’єм, що знаходиться в комінгсах вантажних люків; об’єми трюмів в корпусі судна та в комінгсах додаються, та визначається загальний центр ваги вантажних трюмів.

Для початкових стадій проектування розроблено наближений спосіб оцінки міцності судна на основі визначення характеристик еквівалентного бруса. Для визначення геометричних характеристик бруса використовуються спрощені формули. Укрупнені зв'язки еквівалентного бруса складаються з ВП, НП, борту, другого дна та днища. Поперечні перерізи цих зв'язків – прямокутники. Площа поперечного перерізу приведенного еквівалентного бруса F , cm^2 , та маса металевих корпусу P_{0101} , т, пов'язані залежністю: $P_{0101} = \gamma KLF$, де K – коефіцієнт, залежить від АКТ судна; γ – масова

щільність матеріалу корпусу, т/м^3 . Перевірка міцності виконується за Правилами Регістру.

Визначення складових масового навантаження та координат центру мас відбувається на основі розв'язку задачі міцності та використання регресійних залежностей, що отримані в першому розділі.

Розглянуто особливості визначення потужності ЕУ судна Ne , кВт, на початкових стадіях проектування з використанням наближеної формули, запропонованої А.Б. Карповим (в оптимізаційній задачі це – початкова точка

швидкості судна на тихій воді): $Ne = \frac{D^{0,58} \cdot v^m \cdot \left(1 + \frac{1,5L}{100T}\right)}{\chi}$, де D – повна

водотоннажність судна, т; $m = 2,9 + 5(Fr - 0,1)^2$ – числове значення ступені при швидкості судна; Fr – число Фруда; v – швидкість судна, вуз; T – осадка, м; χ – числовий коефіцієнт. А.Б. Карпов рекомендував приймати в розрахунках середнє значення коефіцієнта $\chi = 30$, похибка у визначенні потужності – 10...12 %, а при підрахунку швидкості – 3...4 %.

Отримано апроксимуючі залежності χ від трьох основних факторів, що уточнюють цей коефіцієнт: $\chi_1 = -29,644C_b / C_{bкр} + 61,666$; $\chi_2 = 3,0299L / B + 8,2908$; $\chi_3 = 0,0619T / Fr + 27,157$, де $C_{bкр}$ – "критичне" значення коефіцієнта загальної повноти судна. В результаті коефіцієнт χ визначений як середнє геометричне трьох складових: $\chi = \sqrt[3]{\chi_1 \chi_2 \chi_3}$.

Для наступних точок оптимізаційного процесу повний опір руху судна: $R_T = R_F(1 + k_1) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$, де R_F – опір тертя; $(1 + k_1)$ – коефіцієнт форми; R_{APP} – опір виступаючих частин; R_W – хвильовий опір; R_B – додатковий опір, пов'язаний з наявністю носового бульбу; R_{TR} – додатковий опір, пов'язаний із зануренням транцевої корми; R_A – кореляційна надбавка; упор гвинта T та потужність двигуна Pe розраховуються за допомогою регресійних залежностей модифікованого методу Холтропа.

Для визначення залежностей плавучості, остійності та морехідності використані відомі співвідношення.

В четвертому розділі описується модель функціонування СПР. Час продуктивного використання судна вміщує N кругових рейсів тривалістю $T_{крn}$ ($n = 1, 2, \dots, N$) кожний. На рисунку 2 наведена схема експлуатаційного сценарію СПР. Комплекс A подій процесу реалізації основного призначення судна – транспортування вантажів – складається з: навантажування в порту відправлення (подія A_1); транспортування основного вантажу (A_2); розвантаження його в порту доставки (A_3); навантажування вантажу зворотного переходу в порту доставки (A_4); транспортування вантажу

зворотного переходу (A_5); розвантаження цього вантажу в порту відправлення (A_6): $A = A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6$.

Під час кругового рейсу судно потрапляє у різні аварійні ситуації, які визначаються подіями $B_k = \overline{A}_k$. Аварії укрупнено поділяються на наступні типи: втрата загальної поздовжньої міцності (подія H_1); втрата остійності (H_2); втрата місцевої міцності (H_3); вихід із строю механізмів та обладнання (H_4); пожежа або вибух (H_5). Кожна з подій A_k , $k=1,2,\dots,6$, процесу транспортування вантажів може супроводжуватись однією або декількома аваріями наведеного типу, що утворюють повні групи подій H_{kl} , $l=1,2,\dots,5$, для кожного k . У зв'язку з цим вводиться у розгляд сукупність подій C_k , які складаються в тому, що судно буде збережено в результаті кожної з аварій B_k .

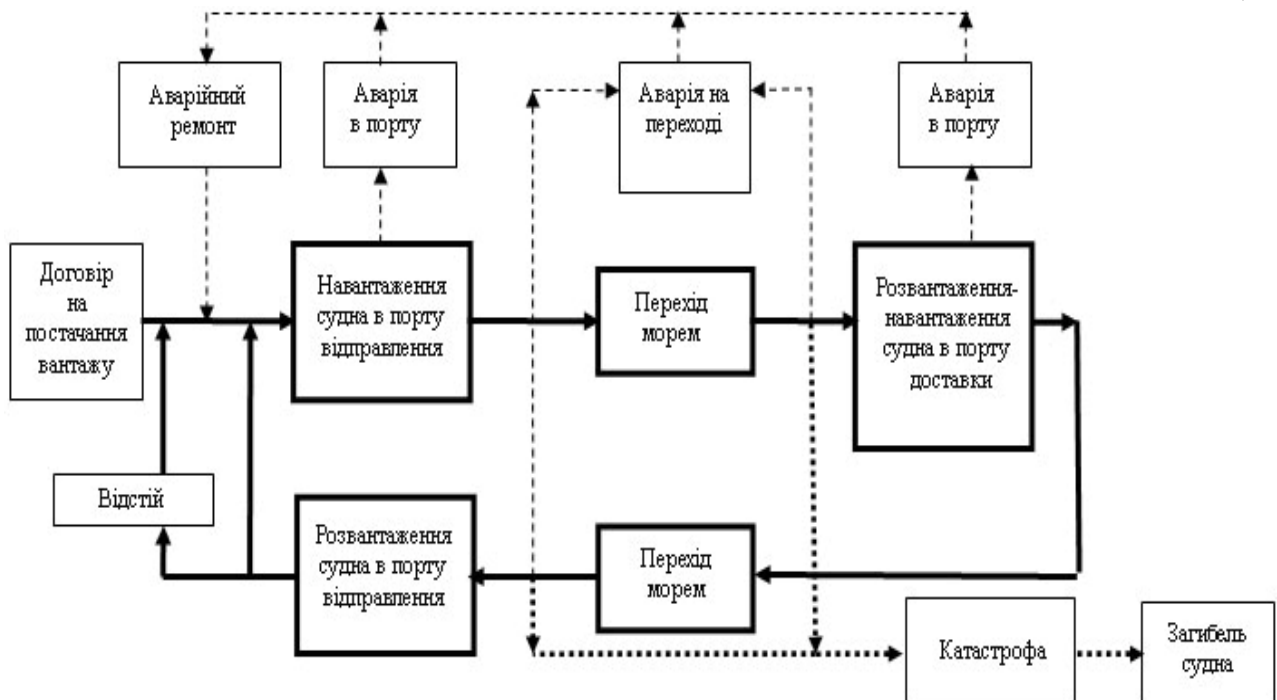


Рис. 2. Схема операцій кругового рейсу СПР

Розрахунок ймовірності здійснення кругового рейсу виконується за допомогою формули повної ймовірності:

$$P(A) = \prod_{k=1}^6 P(A_k); P(C_k) = \sum_{l=1}^5 P(H_{kl}) P\langle C_k | H_{kl} \rangle,$$

де $P(H_{kl})$ – ймовірність аварії l на етапі k кругового рейсу, $P\langle C_k | H_{kl} \rangle$ – умовна ймовірність події C_k .

Цикл задачі функціонування складається з наступних задач: навантаження, транспортування вантажу, вивантаження, відстій, поточний, капітальний та аварійний ремонт.

Погодні умови району експлуатації судна, що впливають на швидкість його руху при транспортуванні вантажу та виконанні вантажних операцій, задаються відповідними довгочасовими розподіленнями характеристик повітря та хвилювання. Для максимального наближення моделей функціонування судна до комплексу погодних та ринкових умов експлуатації використовуються стохастичні моделі функціонування, які формуються в класі багатовимірних марківських випадкових процесів.

Задача транспортування вантажу. Динаміка переходу судна послідовних рейсів між портами визначається за допомогою рівняння руху на хвилюванні:

$$(M + \mu_{11}) \frac{\partial v}{\partial t} + R(v, t) + \Delta R(h_{3\%}, v, t) = T(v, t) + \Delta T(h_{3\%}, v, t) + F(h_{3\%}, v, t), \quad (1)$$

де M, μ_{11} – маса та приєднана маса відповідно; v – швидкість судна; $R(v, t)$ – сила опору; $T(v, t)$ – тяга гвинта; $\Delta R(h_{3\%}, v, t)$ – додатковий опір; $\Delta T(h_{3\%}, v, t)$ – вплив хитами на роботу гвинта; $F(h_{3\%}, v, t)$ – обурююча сила.

Для змінних Z, v (де Z – дальність перевезення при круговому рейсі) рівняння (1) перетворюється в систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{-R(v, t) - \Delta R(h_{3\%}, v, t) + T(v, t) + \Delta T(h_{3\%}, v, t) + F(h_{3\%}, v, t)}{(M + \mu_{11})}, \\ \frac{\partial Z}{\partial t} = v. \end{cases} \quad (2)$$

Для цієї системи рівнянь формулюється кінетичне рівняння щільності ймовірності $f(Z, v, t)$ характеристик транспортних операцій судна, яке експлуатується в режимі послідовних рейсів:

$$\frac{\partial f(Z, v, t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial v} \frac{R(Z, v, t)}{(M + \mu_{11})} f(Z, v, t) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial v^2} \frac{T(Z, v, t)}{(M + \mu_{11})} f(Z, v, t). \quad (3)$$

Якщо в рівняннях руху (2) при розкладанні нелінійних залежностей в ряд Тейлора по ступеням приростів швидкості в околі середньої швидкості ходу судна обмежитись розглядом перших двох членів розкладання, то стаціонарне рішення кінетичного рівняння (3) представляється широко відомою нормально-розподіленою випадковою функцією, середнє значення якої $m_v = \bar{v} - \Delta v$, де $\bar{v}$ – швидкість ходу судна на тихій воді; Δv – втрата середньої швидкості при ході на хвилюванні. При фіксованій відстані між портами Z математичне сподівання часу транспортної операції визначається за формулою $\bar{T} = Z / \bar{v}$.

На рисунку 3 представлена щільність ймовірності $f(Z, v, t)$, що отримана шляхом імітаційного моделювання стаціонарних процесів руху судна на хвилюванні, які є розв'язками системи рівнянь руху (2).

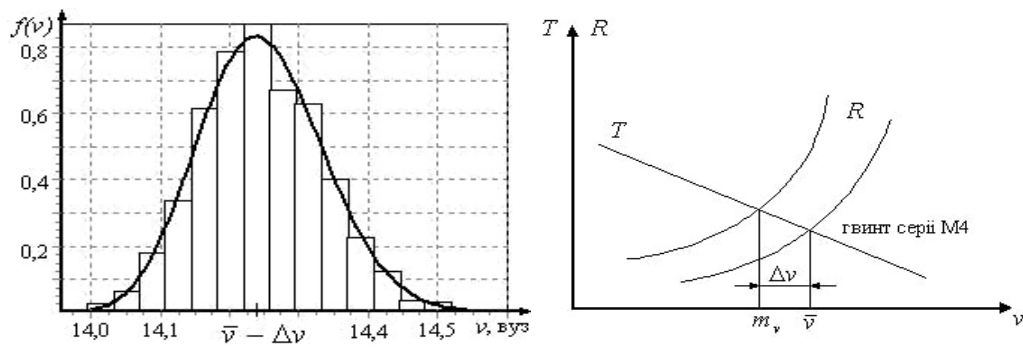


Рис. 3. Щільність розподілення $f(v)$ та результат використання імітаційної моделі при визначенні ймовірнісних характеристик швидкості

Задачі вантажних та інших операцій. Переміщення вантажу з причалу на судно за допомогою кранового чи насосного обладнання також описується за допомогою марківських випадкових процесів з використанням відповідних диференціальних рівнянь руху вантажу та кінетичного рівняння для щільності ймовірності характеристик руху. В цьому випадку спрощення рівнянь задачі переміщення вантажу досягається через те, що основною характеристикою цього обладнання є його продуктивність q_k , яка визначає швидкість операції v_k та, відповідно, і час операції T_k навантаження/вивантаження.

Аналогічно формулюються та розв'язуються усі інші задачі функціонування, основними пошуковими характеристиками яких є швидкість v_m та час T_m , $m > 6$ виконання операції.

П'ятий розділ присвячений визначенню економічних показників СПР як випадкових величин. Для собівартості побудови судна використовується формула: $C_c = C_{мз} + C_{тз} + C_{поп}$, де $C_{мз}$ – матеріальні витрати; $C_{тз}$ – трудові витрати; $C_{поп}$ – витрати на підготовку та освоєння виробництва.

Матеріальні витрати визначаються як: $C_{мз} = C_m + C_{и} + C_o + C_{кр}$, де C_m – витрати на закупку сировини та матеріалів; $C_{и}$ – витрати на закупку виробів; C_o – витрати на комплектуюче обладнання; $C_{кр}$ – витрати на забезпечення контрагентських робіт.

Для трудових витрат використовується співвідношення: $C_{тз} = T_c C_{інч} K_{пн}$, де $K_{пн}$ – коефіцієнт переробки норм; T_c – трудомісткість побудови; $C_{інч}$ – вартість 1 нормо-години з урахуванням накладних витрат, додаткової зарплатні, відрахувань від зарплатні, енерговитрат.

Витрати на підготовку та освоєння виробництва знаходяться за формулою:

$$C_{поп} = C_{пд} + C_{спн} + C_{осн} + C_{пми} + C_{пвк} + C_{э} + C_{оптс} + C_A + C_{др},$$

де $C_{пд}$ – вартість розробки проектної документації; $C_{спн}$ – вартість узгодження проекту класифікаційними товариствами та нагляду за

побудовою; $C_{\text{осн}}$ – собівартість виготовлення оснастки; $C_{\text{пми}}$ – вартість проведення модельних випробувань; $C_{\text{пвк}}$ – вартість проводки тимчасових комунікацій; $C_{\text{э}}$ – вартість енергії; $C_{\text{оптс}}$ – витрати на обслуговування рухомо-транспортних систем; $C_{\text{а}}$ – амортизація основних фондів; $C_{\text{др}}$ – інші витрати.

Усі ціни, що використовуються в дисертаційній роботі при оцінці ефективності українських суднобудівних заводів (СЗ "Лиман", Суднобудівний завод ім. 61 комунара, СЗ "Океан", Іллічівський СРЗ, ПАТ "ЧСЗ", ВАТ "ХСЗ", Ленінська кузня, Київський суднобудівний СРЗ, ВАТ СЗ "Залив"), визначені здобувачем за станом на даний момент шляхом аналізу та обробки відповідних статистичних даних.

В результаті цього для математичного сподівання будівельної вартості з урахуванням ПДВ була отримана формула: $C = 1,44(C_{\text{мз}} + C_{\text{тз}} + C_{\text{поп}})$. Для кожних складових цієї формули були отримані відповідні регресійні залежності.

Оцінка експлуатаційних витрат СПР за добу виконана за формулою

$$\text{ЭР}_{\text{сут}} = C \sum_i m_i + c n_{\text{эк}} + q \cdot Ne \cdot b + C_{\text{авар}},$$

де m_i – коефіцієнти відрахування відповідно на амортизацію, поточний ремонт, капітальний ремонт та утилізацію, %; c – витрати на утримання одного члену екіпажу за добу; $n_{\text{эк}}$ – число членів екіпажу; q – питомі добові витрати палива, т/(кВт·доба); b – вартість 1 т палива; $C_{\text{авар}}$ – вартість ліквідації аварій, віднесена на добу продуктивного використання судна.

Дохід від експлуатації судна визначений за формулою $D = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^c f_{ij} Q_{ij}$, де f_{ij} – фрахтова ставка за перевезення i -го вантажу на j -му напрямку; Q_{ij} – кількість i -го вантажу, перевезеного судном на j -му напрямку.

Прибуток за добу періоду продуктивного використання судна: $\Pi_{\text{сут}} = D_{\text{сут}} - \text{ЭР}_{\text{сут}}$, де $D_{\text{сут}}$ – добовий дохід; $\text{ЭР}_{\text{сут}}$ – добові експлуатаційні витрати.

Для визначення часу продуктивного використання судна застосовується формула, складові якої є результатом розв'язання задач функціонування:

$$T_{\text{пи}} = \sum_{n=1}^N T_{\text{крп}} = T_{\text{жп}} - \sum_{m=1}^M T_{\text{отстм}} - \sum_{i=1}^I T_{\text{тек.рем}i} - \sum_{j=1}^J T_{\text{кап.рем}j} - \sum_q^Q T_{\text{авар.рем}q},$$

де $T_{\text{жп}}$ – час життєвого періоду судна; $T_{\text{кап.рем}j}$ – час j -го капітального ремонту; $T_{\text{тек.рем}i}$ – час i -го поточного ремонту; $T_{\text{авар.рем}q}$ – час q -го аварійного ремонту; N, M, I, J, Q – відповідно кількість кругових рейсів за продуктивний період; відстоїв; ремонтів – поточних, капітальних та аварійних.

За допомогою цієї формули визначається річний прибуток $\Pi_{\text{год}} = D_{\text{год}} - \text{ЭР}_{\text{год}}$, де $D_{\text{год}}$ – річний дохід; $\text{ЭР}_{\text{год}}$ – річні експлуатаційні витрати.

У шостому розділі наведено розв’язання задачі оптимізації основних елементів СПР.

Задача оптимального проектування СПР формулюється так: знайти $\max \text{ЦФ}$ при тривіальних $(x_r)_{\min} \leq x_r \leq (x_r)_{\max}$ ($r=1, \dots, n$) та функціональних обмеженнях (регресійні рівняння та нерівності) $g_j(X, U) \geq A_j$ ($j=1 \dots m$), де $(x_r)_{\min}, (x_r)_{\max}$ – відповідно нижня та верхня допустимі межі зміни r -ої незалежної змінної; x_r – вектор r -ої незалежної змінної; n – кількість незалежних змінних; A_j – нормативне значення j -ої якості судна; m – кількість обмежень оптимізаційної задачі.

В якості цільової функції (ЦФ) розглянутий сумарний прибуток за життєвий період судна: $\text{ЦФ} = D_{\text{жп}} - \text{ЭР}_{\text{жп}}$, де $D_{\text{жп}}$ – дохід за життєвий період судна; $\text{ЭР}_{\text{жп}}$ – експлуатаційні витрати за життєвий період судна. Відповідно ринкова ціна судна MV обчислювалась за формулою $MV = \bar{D}_{\text{год}} / i$, де $\bar{D}_{\text{год}}$ – середній річний дохід; i – осереднена ставка дисконтування.



Рис. 4. Блок-схема імітаційної моделі судна

Поставлена задача зводиться до визначення такого значення невідомого вектору X , яке при заданих параметрах проектування (векторі U) максимізує функцію $\text{ЦФ}(X,U)$ в області її визначення. Основні функціональні обмеження: співвідношення, що забезпечують місткість і міцність судна; рівняння плавучості; обмеження значень параметрів діаграми статичної остійності, критерій погоди; вимоги до безпеки експлуатації по життєпридатності.

На рисунку 4 показана блок-схема імітаційної моделі проектування СПР, що складається з математичної моделі технічних якостей судна та моделі функціонування судна.

На рисунку 5 показана блок-схема визначення основних елементів судна, яка складається з трьох блоків: блоку вихідних даних, блоку моделі судна та показників його ефективності, блоку оптимізації.

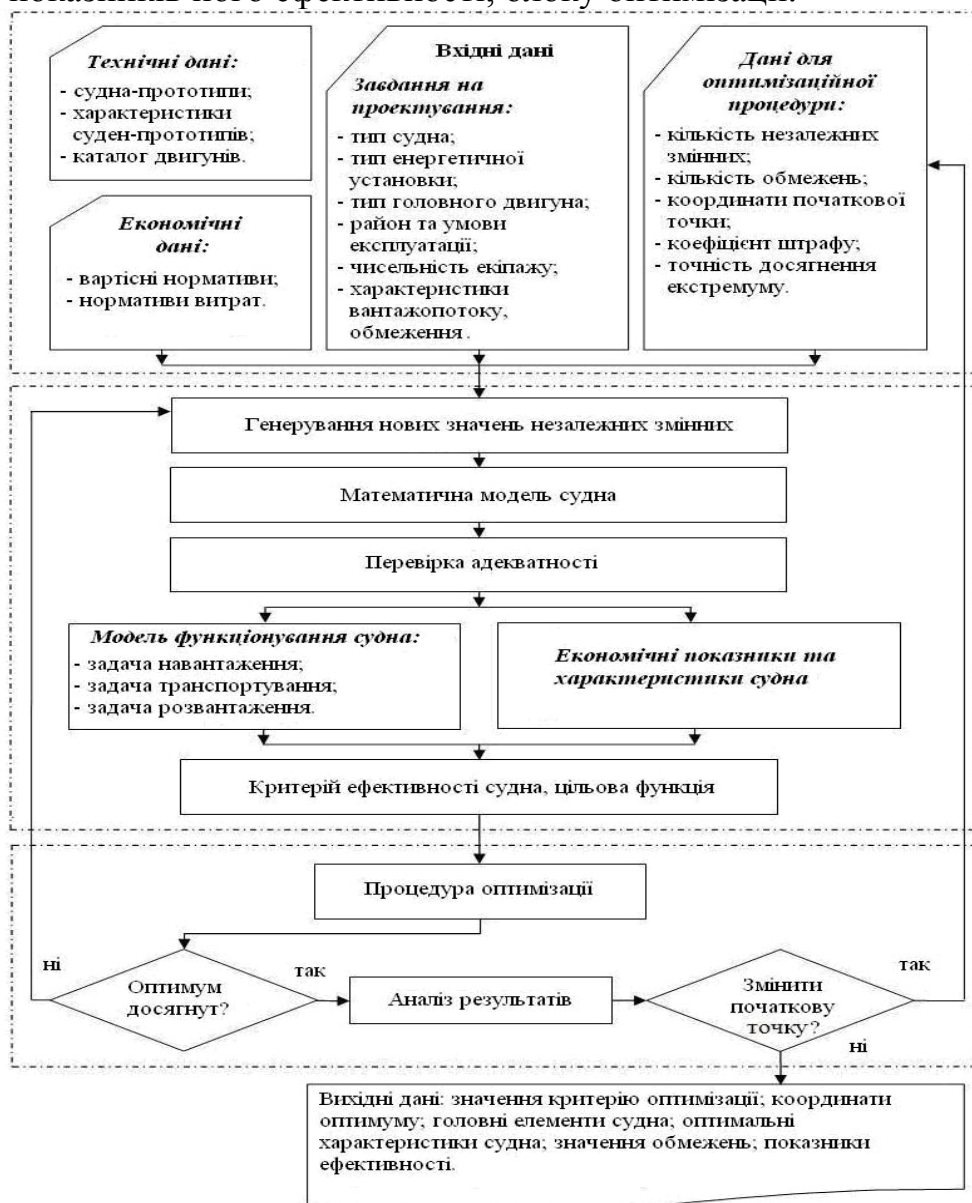


Рис. 5. Блок-схема алгоритму визначення основних елементів судна

У цьому розділі виконана перевірка розробленої математичної моделі судна на адекватність існуючої реальності та достовірність результатів її використання.

На основі створених алгоритмів визначення головних елементів СПР розроблений комплекс програм "Consecutive voyage", призначений для практичного використання в сучасних САПР суден.

Апробація розробленої методики виконана на задачі оптимального проектування СПР, призначеного для перевезення бокситів на лінії, протяжністю 4100 миль, від порту Конакрі (Гвінея, західне узбережжя Африки) до порту Миколаїв (Україна, Чорне море).

Для цього напрямку перевезення встановлено, що найбільш ефективним є СПР з основними елементами, представленими в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати оптимізації основних елементів СПР

Найменування	Проект 17000	Оптимальний варіант
Тип судна	балкер	балкер
Довжина між перпендикулярами, м	178,48	205,20
Ширина, м	32,20	30,00
Висота борту, м	15,80	15,10
Осадка, м	11,10	9,80
Коефіцієнт загальної повноти	0,789	0,821
Водотоннажність судна, т	51590	52500
Швидкість судна v , вуз	15,00	14,00
Потужність ГД, кВт	10590	8600
Екіпаж, чол	31	25
Дедвейт судна DW , т	40000	40500
Місткість судна, m^3	50400	57600
Валова місткість судна, m^3	31063	26550
Чиста місткість судна, m^3	13069	12730
Дальність плавання, миль	15000	10000
Цільова функція Π , млн. долл	211,91	218,75

Визначена поверхня математичного сподівання цільової функції даної оптимізаційної задачі (рис. 6), на якій показані дві точки значень цільових функцій: точка B – судна-прототипу (проект 17000) та точка A – оптимального варіанту судна.

У процентному співвідношенні різниця між значеннями прибутку за життєвий період судна-прототипу та оптимального варіанту складає 3,2 %.

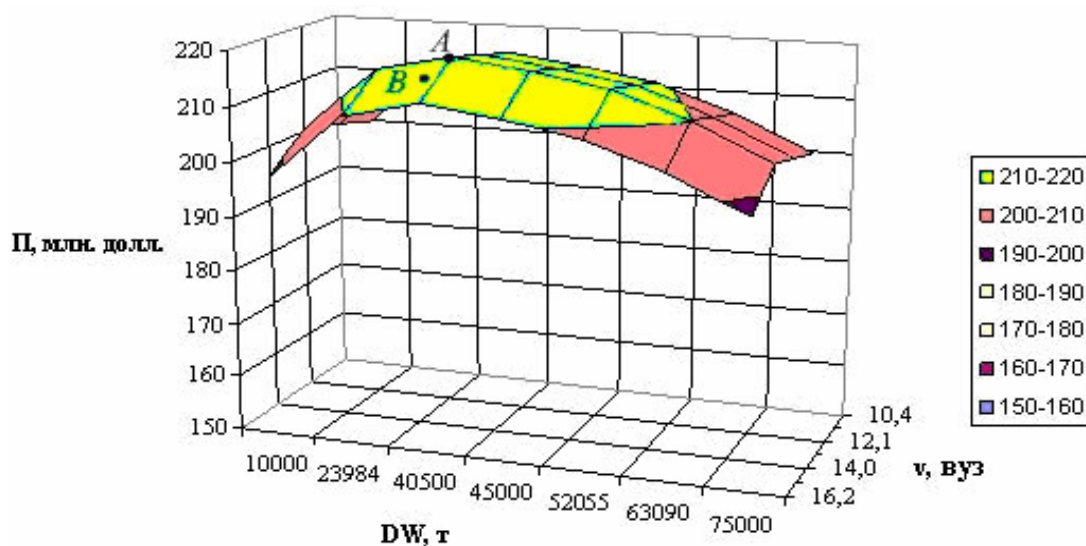


Рис. 6. Оцінка ефективності СПР за математичним сподіванням ЦФ (середнє значення прибутку за життєвий період судна (25 років))

У додатках наведено: інформація про провідне конструкторське бюро України ВАТ "Чорноморсуднопроект"; алгоритм складання регресійних залежностей; методи визначення та перетворення імовірнісних характеристик випадкових величин; методи нелінійного програмування; методи теорії марківських випадкових процесів; використані в роботі чисельні методи вирішення кінетичних рівнянь та акти про впровадження результатів роботи.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної задачі – підвищенню техніко-економічної ефективності побудови та експлуатації сучасних суден, які працюють в режимі послідовних рейсів.

Головними науковими та практичними результатами роботи є:

1. Розроблена нова математична модель судна, що перевозить вантажі послідовними рейсами, яка відображає його основні інженерні і мореплавні якості (місткість, масове навантаження, міцність, ходовість, морехідність); для використання на стадіях дослідницького проектування розроблений новий уточнений спосіб визначення місткості судна, що полягає в побудові епюри ємності без вживання теоретичного креслення; на основі статистичних даних по транспортних судах розроблений спосіб визначення постійних вантажів і дедвейту судна послідовних рейсів, а також положення центрів тяжіння всіх складових його масового навантаження; на основі використання спрощених формул при визначенні геометричних характеристик приведенного еквівалентного бруса розроблений наближений спосіб оцінки міцності судна; отримані нові регресійні залежності для визначення сумарної потужності енергетичної установки залежно від головних елементів і швидкості ходу судна.

2. Вперше виконана теоретична постановка основної сукупності задач функціонування судна, що експлуатується в режимі послідовних рейсів; для формування задач функціонування СПР використаний апарат теорії безперервних марківських процесів, що дозволило визначити ефективність виконання судном сукупності його основних функціональних операцій в районі експлуатації з врахуванням впливу випадковості реальних чинників, супроводжуючих експлуатацію; вирішення цих задач здійснене за допомогою розробленої імітаційної моделі функціонування СПР.

3. Розроблений спосіб визначення показників економічної ефективності СПР на проміжку часу, рівному його життєвому періоду; на основі ретельного аналізу сучасного стану цін і тенденцій їх зміни розроблена методика розрахунку імовірнісних характеристик будівельної вартості і собівартості транспортного судна; через отримані представлення вартості виражені витрати на будівництво судна, необхідні для вирішення завдань оптимізації його проектних характеристик; розроблений алгоритм визначення експлуатаційних витрат, а також прибутку, отриманого від експлуатації суден послідовних рейсів; в якості основного критерію ефективності судна послідовних рейсів вибраний критерій максимізації прибутку від його продуктивного використання і задача визначення головних розмірів такого судна сформульована як задача пошуку максимуму прибутку від його експлуатації в заданому комплексі умов функціонування.

4. На основі використання методів нелінійного програмування сформульована задача оптимізації основних характеристик СПР, що включає алгоритми визначення його інженерних і навігаційних властивостей, вирішення основних задач функціонування такого судна, оцінки вартості його побудови і експлуатації, а також безпеки і ефективності експлуатації; визначення основних елементів судна послідовних рейсів вперше здійснене не лише з врахуванням особливостей його побудови та експлуатації, але і з врахуванням особливостей інвестування процесів будівництва судна та його експлуатації.

5. Розроблений алгоритм та програма вирішення оптимізаційної задачі визначення головних елементів СПР в сукупності створили програмний комплекс "Consecutive voyage", призначений для вибору основних характеристик СПР на початкових етапах його проектування.

Достовірність теоретичних та прикладних результатів, висновків дисертаційної роботи забезпечується коректною постановкою задач функціонування, оцінки ефективності і визначення основних елементів СПР, коректним використанням методів теорії корабля, теорії багатовимірних марківських процесів, апарату імітаційного моделювання і нелінійного програмування, порівнянням та близькістю результатів, отриманих автором за допомогою побудованою математичною моделлю судна, з аналогічними даними по існуючих технічних проектах суден даного типу.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні наукові фахові видання:

1. Некрасов, В. А. Модель функционирования судна, работающего в режиме последовательных рейсов [Текст] / В. А. Некрасов, О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2009. – № 1 (424). – С. 57–61.
2. Некрасов, В. А. Особенности решения задачи проектирования транспортного судна, перевозящего грузы в режиме последовательных рейсов [Текст] / В. А. Некрасов, О. В. Панкова // Судовождение: Сб. научн. трудов./ ОНМА, Вып. 18 – Одесса : "ИздатИнформ", 2010 – С. 128–135.
3. Панкова, О. В. Алгоритм оценки прочности судна для начальных стадий проектирования [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2010. – № 2 (431). – С. 3–7.
4. Панкова, О. В. К определению мощности энергетической установки на начальных стадиях проектирования судна [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2007. – № 3 (414). – С. 32–38.
5. Панкова, О. В. К определению стоимости судна на начальных стадиях проектирования [Текст] / О. В. Панкова // Ел. видання Вісник НУК. – 2010. – № 4 – 11 с.
6. Панкова, О. В. Определение вместимости судна на начальных стадиях проектирования [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2007. – № 5 (416). – С. 11–16.
7. Панкова, О. В. Определение дедвейта судна на начальных стадиях проектирования [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2010. – № 1 (430). – С. 33–36.
8. Панкова, О. В. Определение теоретической вместимости судна на начальных стадиях проектирования построением приближенной эпюры емкости [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2008. – № 2 (419). – С. 22–26.
9. Панкова, О. В. Регрессионные уравнения масс судов, спроектированных на классы Регистра России и Регистра Украины [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2007. – № 2 (413). – С. 42–49.
10. Панкова, О. В. Статистические данные по компонентам структуры стоимости судна [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2010. – № 4 (433). – С. 28–35.
11. Панкова, О. В. Структура стоимости судна на начальных стадиях проектирования [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2010. – № 3 (432). – С. 27–31.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

12. Панков, В. В. Определение основных элементов судна на ранних стадиях проектирования [Текст] / В. В. Панков, О. В. Панкова // Журнал

"Судостроение и судоремонт". – Одесса : Н. Дубров, 2008. – № 4–5 (30–31). – С. 34–39.

13. Некрасов, В. А. Особенности эксплуатации судов в режиме последовательных рейсов [Текст] / В. А. Некрасов, О. В. Панкова // Науковий вісник ХДМІ: Науковий журнал. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2010. – № 1 (2). – С. 50–55.

14. Панкова, О. В. Алгоритм определения эксплуатационных расходов для судов последовательных рейсов [Текст] / О. В. Панкова // Науковий вісник ХДМІ: Науковий журнал. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2010. – № 2 (3). – С. 26–33.

15. Панкова, О. В. Аппроксимирующие зависимости, построенные на основе статистического анализа судов, спроектированных ОАО "Черноморсудопроект" [Текст] / О. В. Панкова // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2010. Том 1. Транспорт, технические науки: Сб. науч. трудов по материалам междунар. науч.–практ. конф., 20–27 декабря 2010 г. – Одесса : Черноморье, 2010. – С. 77–80.

16. Панкова, О. В. Исследование процесса функционирования судов, работающих в режиме последовательных рейсов [Текст] / О. В. Панкова // Наука и практика: проблемы, идеи, инновации. Технические науки: Сб. материалов всероссийской заочн. науч.–практ. конф. с междунар. участием, 25 сентября 2010 г. – Екатеринбург : ИП Бируля Н. И., 2010. – С. 78–80.

17. Панкова, О. В. К составлению оптимизационной задачи проектирования судов, эксплуатирующихся в режиме последовательных рейсов [Текст] / О. В. Панкова // Наука в современном мире: Сб. науч. трудов по материалам III междунар. науч.–практ. конф. / Под общ. ред. Г. Ф. Гребенщикова, 30 октября 2010 г. – М. : Издательство "Перо", 2010. – С. 297–300.

18. Панкова, О. В. Определение строительной стоимости судна [Текст] / О. В. Панкова // Научные исследования современности. Выпуск 1. Том 1. Конструирование и строительство кораблей, технические науки: Сб. науч. трудов по материалам междунар. науч. конф., 4 октября 2010 г. – Киев : ООО "Компания "Миранда", 2010. – С. 115–117.

19. Панкова, О. В. Особенности определения основных элементов транспортного судна на ранних стадиях проектирования [Текст] / О. В. Панкова // Наука и современность – 2010: Сб. материалов V междунар. науч.–практ. конф.: в 3-х частях. Часть 2 / Под общ. ред. С. С. Чернова, 4 октября 2010 г. – Новосибирск : Издательство НГТУ, 2010. – С. 257–262.

20. Панкова, О. В. Особенности проектирования транспортного судна, перевозящего грузы последовательными рейсами [Текст] / О. В. Панкова // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2010. Том 1. Транспорт, технические науки: Сб.

науч. трудов по материалам междунар. науч.–практ. конф., 4–15 октября 2010 г. – Одесса : Черноморье, 2010. – С. 13–16.

21. Панкова, О. В. Оптимизационная задача проектирования судов, эксплуатирующихся в режиме последовательных рейсов [Текст] / О. В. Панкова // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2010. Том 1. Транспорт, технические науки: Сб. науч. трудов по материалам междунар. науч.–практ. конф., 21–30 июня 2010 г. – Одесса : Черноморье, 2010. – С. 3–6.

22. Панкова, О. В. Расчет буксировочного сопротивления судов, которые эксплуатируются в режиме последовательных рейсов [Текст] / О. В. Панкова // Научное лето – 2010. Том 3. Конструирование и строительство кораблей, технические науки: Сб. науч. трудов по материалам междунар. науч. конф., 9 августа 2010 г. – Киев : ООО "Компания "Миранда", 2010. – С. 11–13.

23. Панкова, О. В. Регрессионные уравнения массовой нагрузки, вместимости и ходкости судна в оптимизационной задаче его проектирования [Текст] / О. В. Панкова // Совершенствование проектирования и эксплуатации морских судов и сооружений: Материалы II студенческой науч.–техн. конф. факультета МТС, 4–7 декабря 2007 г. – Севастополь : Издательство СевНТУ, 2008. – С. 106–109.

24. Панкова, О. В. Стоимость, эксплуатационные расходы и прибыль при работе судов в режиме последовательных рейсов [Текст] / О. В. Панкова // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали першої міжнар. наук.–техн. конф., 15–17 вересня 2010 г. – Миколаїв : Видавництво НУК, 2010. – С. 455–457.

25. Панкова, О. В. Функциональные ограничения в оптимизационной задаче проектирования судов последовательного рейса [Текст] / О. В. Панкова // Современные информационные и инновационные технологии на транспорте: Материалы междунар. науч.–практ. конф., 25–27 мая 2010 г. – Херсон : Издательство Херсонского государственного морского института, 2010. – Т. 1. – С. 193–195.

АНОТАЦІЯ

Панкова О.В. Визначення характеристик транспортного судна, що перевозить вантажі послідовними рейсами. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.08.03. – "Конструювання та будування суден". – Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, 2011 р.

Дисертація присвячена теоретичному обґрунтуванню та практичній розробці методів визначення оптимальних за техніко-економічними показниками характеристик та елементів суден послідовних рейсів (СПР) на ранніх стадіях їх проектування, розробці відповідної методики проектування.

Створена база даних сучасних транспортних суден, за результатами статистичної обробки якої отримані регресійні залежності для визначення головних розмірів суден. Виконана теоретична постановка основної сукупності задач функціонування судна, що експлуатується в режимі послідовних рейсів. Удосконалено та набули подальшого розвитку алгоритми розрахунку головних розмірів з урахуванням особливостей інвестування процесів побудови судна та його експлуатації. Економічну ефективність судна запропоновано визначати з урахуванням ймовірності виконання задачі за весь життєвий період. Розроблена нова математична модель СПР, що відображає його основні інженерні та мореплавні якості (місткість, масове навантаження, міцність, ходовість, морехідність). Розглянуто особливості проектування СПР та сформульована необхідна задача оптимізації СПР.

Ключові слова: СПР, математична модель, модель функціонування, ефективність, надійність, безпека плавання, ефективність експлуатації.

АННОТАЦИЯ

Панкова О.В. Определение характеристик транспортного судна, перевозящего грузы последовательными рейсами. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.03. – "Конструирование и постройка судов". – Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев, 2011 г.

Целью данного исследования является создание методов определения оптимальных по технико-экономическим показателям характеристик и элементов судов последовательных рейсов (СПР) на ранних стадиях их проектирования, разработка соответствующей методики проектирования.

В диссертации проанализированы архитектурно-конструктивные типы и исследованы особенности эксплуатации СПР, а также их технико-эксплуатационные характеристики. Создана база данных современных транспортных судов, по результатам статистической обработки которой получены регрессионные зависимости для определения главных размерений судов. Разработана новая математическая модель СПР, отражающая его основные инженерные и мореходные качества (вместимость, массовая нагрузка, прочность, ходкость, мореходность).

Выполнена теоретическая постановка основной совокупности задач функционирования судна, которое эксплуатируется в режиме последовательных рейсов. Обоснована целесообразность и эффективность использования аппарата теории непрерывных марковских процессов и имитационного моделирования для формирования и решения задач функционирования СПР.

Усовершенствованы и получили дальнейшее развитие алгоритмы расчета главных размерений с учетом особенностей инвестирования

процессов строительства судна и его эксплуатации. Экономическую эффективность судна предложено определять с учетом вероятности выполнения задачи за весь жизненный период. Разработан алгоритм определения эксплуатационных расходов, а также прибыли, получаемой от эксплуатации СПР.

Рассмотрены особенности проектирования СПР и сформулирована необходимая оптимизационная задача. Указано, что общая постановка этой задачи характеризуется многомерностью вектора независимых переменных, наличием системы ограничений и случайным воздействием внешней среды. Рассмотрены теоретические основы нелинейного программирования и его особенности применения в задачах оптимизации СПР.

Создан программный комплекс "Consecutive voyage", предназначенный для выбора основных характеристик СПР на начальных этапах его проектирования.

Ключевые слова: СПР, математическая модель, модель функционирования, эффективность, надежность, безопасность плавания, эффективность эксплуатации.

THE SUMMARY

Pankova O.V. The Determination of Particulars of Ships Delivering Goods by Consecutive Voyages. – Manuscript.

The Dissertation for the scientific degree of the Candidate of Technical Sciences on specialty 05.08.03. – "Design and building of ships". – National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Nikolaev, 2011.

The Dissertation is devoted to the theoretical ground and the practical determination methods development of optimum on technical-economic indexes descriptions and elements of consecutive voyages ships (CVS) on the early stages of their designing, the proper design technique development. The base of these modern transport ships is created, on results statistical treatment of which regressive dependences are got for main ships dimensions determination. The consecutive voyages ship functioning basic task mix theoretical organization is executed. The main dimensions calculation algorithms have been improved and got further development taking into account the ship building processes investing features and its exploitation. It is suggested to determine ship economic efficiency taking into account task performance probability for all vital period. The new mathematical model of CVS, reflecting its basic engineering and nautical qualities, is developed (capacity, mass loading, durability, propulsion, seaworthiness). The CVS designing features are considered and a necessary optimization task is formulated.

Key words: CVS, mathematical model, functioning model, efficiency, reliability, swimming safety, exploitation efficiency.