

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**ВИШНЕВСЬКА ОЛЬГА ДМИТРІВНА**

УДК 656.612:517.977.14

**УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ СУДЕН-БАЛКЕРІВ  
З УРАХУВАННЯМ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ УМОВ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

05.22.01 – Транспортні системи

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському національному морському університеті Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор економічних наук, професор  
**Онищенко Світлана Петрівна,**  
Одеський національний морський університет  
Міністерства освіти і науки України,  
професор кафедри експлуатації флоту і технології  
морських перевезень

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Давідич Юрій Олександрович,**  
Харківський національний університет міського  
господарства ім. О. М. Бекетова  
Міністерства освіти і науки України,  
професор кафедри транспортних систем і  
логістики;

кандидат технічних наук, доцент  
**Костенніков Олексій Михайлович,**  
Український державний університет залізничного  
транспорту Міністерства освіти і науки України,  
доцент кафедри управління вантажною і  
комерційною роботою

Захист відбудеться 24 травня 2018 р. о 10:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.060.01 в Одеському національному морському університеті Міністерства освіти і науки України за адресою: 65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці ім. проф. Г. К. Сулова Одеського національного морського університету за адресою: 65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

Автореферат розісланий 23 квітня 2018 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 41.060.01  
кандидат технічних наук, доцент



О. В. Акімова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Судноплавство як специфічне транспортне виробництво здійснюється за умов відсутності повноти інформації про виробничі умови виконання окремо взятого рейсу і роботи судна в цілому за розглянутий період. Тому планування роботи суден в рамках управління роботою флоту має здійснюватися з урахуванням можливих відхилень прогнозованих умов експлуатації та параметрів транспортного процесу.

Багатоаспектність невизначеності, пов'язаної з судноплавством, обумовлює її вивчення на різних об'єктно-предметних рівнях:

- судно як складна технічна система і проблеми технічної експлуатації;
- судно з екіпажем як «людино-машинна система», проблеми управління судном і забезпечення надійності зазначеної системи;
- судно як об'єкт комерційної експлуатації та проблеми управління роботою суден як об'єктами, які безпосередньо здійснюють транспортне виробництво, надають послуги перевезення за відповідних умов невизначеності, пов'язаних з погодно-кліматичними умовами, зі специфікою транспортно-технологічного процесу, а також зі специфікою комерційних умов експлуатації суден.

Закономірності транспортних процесів на морському транспорті відповідають базовим положенням теорії організації транспортних процесів, сучасну базу якої формують, зокрема, праці В. П. Поліщука, О. В. Лаврухіна.

Базовими працями, що формують теоретичну базу управління роботою флоту, є роботи О. О. Бакаєва, Е. П. Громового, А. А. Союзова, В. Д. Лівого, В. П. Капітанова, О. Г. Шibaєва, А. Н. Раховецького, П. Я. Панаріна. Сучасна методологія, методи та засоби прийняття рішень з управління роботою флоту наведені в роботах О. І. Лапкіна, О. В. Кирилової.

Аналіз сучасних літературних джерел дозволив обґрунтувати практичну відсутність системного розгляду невизначеності умов експлуатації морських суден, а також відповідних методів і засобів управління роботою суден у зазначених умовах.

У структурі світового флоту основна частка належить судам-балкерам. Крім того, специфіка вантажопотоків, що проходять через українські порти, визначає високу затребуваність суден-балкерів для обслуговування вітчизняних зовнішньоторговельних вантажопотоків. Таким чином, значимість суден-балкерів для транспортного забезпечення зовнішньоторговельних поставок на світовому та вітчизняному рівнях визначає актуальність вивчення питань невизначеності умов експлуатації саме цієї категорії суден.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дану роботу виконано відповідно до Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року. Матеріали дисертаційного дослідження використані в розробці науково-дослідних тем Одеського національного морського університету: «Удосконалення технології

перевезень, форм і методів організації та управління роботою флоту» (№ держреєстрації 0106U008195, 2007-2008 рр.); «Організація та управління роботою пасажирського і вантажного флотів на міжнародному ринку транспортних послуг» (№ держреєстрації 0109U003246, 2009-2011 рр.); «Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства» (№ держреєстрації 0112U001850, 2012-2014 рр.); «Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства» (№ держреєстрації 0115U003601, 2015-2016 рр.).

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційного дослідження є підвищення ефективності роботи суден-балкерів шляхом розробки та практичного використання методів і засобів, які враховують інтегрований вплив системи чинників невизначеності в процесах управління.

Досягнення мети пов'язане з виконанням таких завдань:

1. Визначення системи факторів невизначеності в процесі виробничої та комерційної діяльності судноплавних компаній.
2. Ідентифікація системи факторів ризику як особливої форми невизначеності в процесі управлінні роботою суден-балкерів з обслуговування зовнішньоторговельних вантажопотоків і встановлення її впливу на основний ресурс морського судна – провізну спроможність.
3. Формалізація інтегрального впливу можливих відхилень параметрів рейсу на його ефективність і розробка механізму їх урахування в процесі оперативного управління роботою суден.
4. Розробка методичних основ управління роботою суден на умовах рейсового чартеру в рамках річного відрізка часу з урахуванням можливих відхилень параметрів транспортного процесу.
5. Ідентифікація та формалізація впливу комерційних умов роботи суден-балкерів в рамках довгострокових фрахтових контрактів на формування відхилень основних параметрів виробничого процесу і розробка механізму їх урахування для забезпечення ефективної роботи суден.
6. Розробка моделі розподілу бюджету часу суден-балкерів за довгостроковими фрахтовими контрактами за умов інтервальної невизначеності параметрів транспортного процесу.

**Об'єкт дослідження** – робота суден-балкерів з обслуговування зовнішньоторговельних вантажопотоків.

**Предмет дослідження** – методи та засоби управління роботою суден-балкерів з урахуванням невизначеності умов їх експлуатації.

**Методи дослідження.** Дисертаційне дослідження виконано відповідно до методології системного підходу і базових положень теорії транспортних процесів і систем. Ідентифікація системи факторів невизначеності умов експлуатації на різних рівнях управління роботою суден проводилася з використанням методів аналізу і синтезу. Дослідження впливу факторів ризику на відхилення параметрів виробничого процесу здійснювалося на базі

методів теорії ймовірностей і математичної статистики, експериментальні дослідження проводилися в STATISTICA.

Розробка математичного інструментарію обґрунтування рішень в управлінні роботою суден з урахуванням невизначеності умов їх експлуатації здійснювалася на базі функціонального аналізу. Оптимальний розподіл бюджету часу суден між довгостроковими фраховими контрактами здійснювалося із застосуванням методів оптимізації за умов інтервальної невизначеності в задачах лінійного програмування.

Емпірична перевірка результатів проводилася в EXCEL.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

*Вперше:*

- ідентифіковано систему факторів невизначеності, яка охоплює всі аспекти управління роботою суден, зображені у вигляді інтегральної сукупності виробничих і управлінських технологічних процесів, що на відміну від існуючих, відображає реальну ситуацію і може бути базою для дослідження відхилень результатів роботи суден;

- ідентифіковано та формалізовано комплексний вплив комерційних і виробничих умов роботи суден у рамках довгострокових фрахових контрактів на формування відхилень основних параметрів транспортного процесу, що на відміну від існуючих дозволяє оцінити вплив факторів на роботу суден-балкерів в умовах невизначеності і відповідає теорії та практиці організації роботи суден на довгостроковій договірній основі. Розроблено підхід до врахування даних відхилень при встановленні фрахової ставки для забезпечення заданого рівня ефективності роботи суден.

*Отримали подальший розвиток:*

- система агрегованих факторів невизначеності в процесі виробничої та комерційної діяльності судноплавних компаній, яка враховує їх сутність і специфіку взаємозв'язку, що на відміну від існуючих, є системною моделлю для досліджень питань урахування невизначеності в процесах управління;

- концептуальна модель впливу системи факторів невизначеності на основний ресурс морського судна – провізну спроможність. Дана модель реально відображає процеси формування відхилень виробничих параметрів роботи суден і обґрунтовує правомірність використання відповідних методів їх дослідження;

- методичні основи урахування можливих відхилень параметрів рейсу в процесі оперативного управління роботою суден, що базуються на встановленій системі відхилень часових і вартісних параметрів виробничого процесу, які виникають під впливом факторів невизначеності. Такий підхід відображає реальні умови виробничих процесів в судноплаванні;

- формалізований опис впливу вантажопідйомності судна і дальності перевезення на можливі відхилення результатів виконання рейсу на базі відповідних статистичних досліджень, що розширює існуючу теоретичну базу в частині характеристики специфіки комерційної експлуатації суден різної вантажопідйомності;

- методичні основи урахування можливих відхилень параметрів роботи суден на умовах рейсового чартеру в рамках річного відрізка часу на базі відповідної модифікації тайм-чартерного еквівалента, що забезпечує відповідність оцінки ефективності роботи суден реальним процесам за рахунок системного урахування можливого негативного впливу умов експлуатації;

- економіко-математична модель розподілу бюджету часу суден-балкерів – власних та орендованих – між довгостроковими фрахтовими контрактами, яка враховує інтервальну невизначеність параметрів транспортного процесу і можливість одночасної роботи суден на відкритому фрахтовому ринку. Такий підхід найбільш повно відображає реальні виробничі та комерційні умови роботи суден за довгостроковими контрактами і забезпечує підвищення ефективності процесів управління.

**Практична значимість отриманих результатів.** Результати дисертаційного дослідження призначені для використання в діяльності судноплавних і операторських компаній з метою підвищення ефективності управління роботою суден-балкерів за рахунок урахування в обґрунтуваннях управлінських рішень системи факторів невизначеності. Практична більшість отриманих результатів можуть бути використані в процесах управління судами різної спеціалізації.

Окремі результати дослідження пройшли емпіричну перевірку в практичній діяльності судноплавних компаній. Також результати дослідження використовуються в навчальному процесі Одеського національного морського університету.

**Особистий внесок здобувача.** До дисертаційного дослідження зі статей, виконаних в співавторстві, включені тільки результати, отримані здобувачем особисто.

У роботі [1] здобувачу належить формалізований опис і проведення експериментальних досліджень з впливу вантажопідйомності судна і дальності перевезення на можливе зменшення тайм-чартерного еквівалента.

У роботах [3; 7; 16] здобувачу належить характеристика морської транспортної складової системи ризиків експортера (імпортера).

У роботі [4] здобувачу належить застосування методики R/S-аналізу для дослідження динаміки ставок тайм-чартеру та формулювання висновків за результатами дослідження.

У роботі [5] здобувачу належить концептуальна модель впливу системи факторів невизначеності на відхилення часових і вартісних параметрів рейсу, а також формалізація даного впливу у вигляді урахування в формулюванні тайм-чартерного еквівалента.

У роботі [10] здобувачу належить узагальнення існуючих підходів до аналізу структури вантажопотоків.

У роботах [12; 13] здобувачу належить характеристика впливу обсягів світової торгівлі на стан фрахтового ринку.

У роботі [11] здобувачу належить узагальнена характеристика особливостей основних видів фрахтування за сучасних умов.

У роботі [14] здобувачу належить методичний підхід до забезпечення заданого рівня ефективності рейсу, включаючи формалізацію рівня надбавки до фрахтової ставки.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення і результати дослідження доповідалися і обговорювалися на міжнародних науково-практичних конференціях:

- Problems of transport logistics development, Athens: 17-25 January, 2015;
- Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2006, Одесса;
- Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития, 2006, Одесса;
- Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2008, Одесса;
- Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2010, Одесса;
- Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития – 2010, Одесса;
- Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте – 2010, Одесса.

**Публікації.** Основні результати дисертації опубліковані в 6 спеціалізованих наукових виданнях України, а також в матеріалах 7 конференцій, 3 колективних монографіях.

**Обсяг і структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи становить 236 сторінок. Основний текст дисертації викладено на 167 сторінках, список використаних джерел включає 214 найменувань на 25 сторінках. Дисертація містить 52 рисунки, 8 таблиць; з них 4 рисунки займають повну сторінку.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У *вступі* розкривається актуальність даної проблеми, стан її дослідження; сформульовані мета і завдання роботи; визначено об'єкт і предмет дослідження; охарактеризовано наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення; дано загальну характеристику роботи.

У *першому розділі* «Сучасні підходи до урахування невизначеності в процесах управління роботою балкерного флоту» проаналізовано сучасний стан балкерного флоту і його участь в забезпеченні перевезень зовнішньоторговельних вантажів на світовому та вітчизняному рівнях. Охарактеризовано специфіку виробничих процесів на морському транспорті, і зокрема вплив на них погодно-кліматичних умов, наявності значної кількості учасників транспортного процесу і необхідності отримання великої кількості погоджень в обслуговуванні судна і вантажу в порту. Все це в комплексі

визначає практичну неможливість чіткого визначення часових параметрів транспортних процесів в судноплаванні.

У результаті аналізу комерційних аспектів роботи суден встановлено, що специфіка договорів на морське перевезення і довгострокових фрахтових контрактів також обумовлює невизначеність часових параметрів транспортного процесу, що пов'язано з нечіткими формулюваннями щодо портів заходу і кількості вантажу в момент укладення договорів на перевезення (транспортне обслуговування). Таким чином, при урахуванні невизначеності в управлінні роботою суден комерційні та виробничі аспекти повинні розглядатися в комплексі. Виконано аналіз наукових публікацій з досліджуваної проблеми, результати якого, з одного боку, дозволили сформулювати базу для подальшого дослідження, з другого – позначили комплекс завдань, які потребують виконання.

У другому розділі *«Система формування та оцінки відхилень параметрів транспортного процесу в управлінні роботою суден»* відповідно до логіки системної методології, а також базових положень теорії транспортних процесів і систем, теорії управління розроблено концептуальну модель системи формування факторів невизначеності в управлінні роботою суден, яка передбачає інтегральну єдність множини виробничих і управлінських технологічних процесів в судноплаванні. Визначено можливий негативний вплив системи чинників невизначеності на зміну основного ресурсу морського судна – провізну спроможність. Досліджено вплив на провізну спроможність елементів часу рейсу і експлуатаційного періоду. На рис. 1 схематично надано процес формування діапазону основних параметрів і результатів роботи судна в рамках рейсу і річного відрізка часу за умов ситуацій ризику.

На рівні рейсу, коли приймається рішення про відфрахтування судна, в офертах (пропозиціях від вантажовласників, брокерів, інших посередників) міститься інформація про норми вантажних робіт в портах, що з урахуванням наявних відомостей (минулого досвіду) дозволяє визначити діапазон часу стоянки в портах завантаження / вивантаження таким чином:



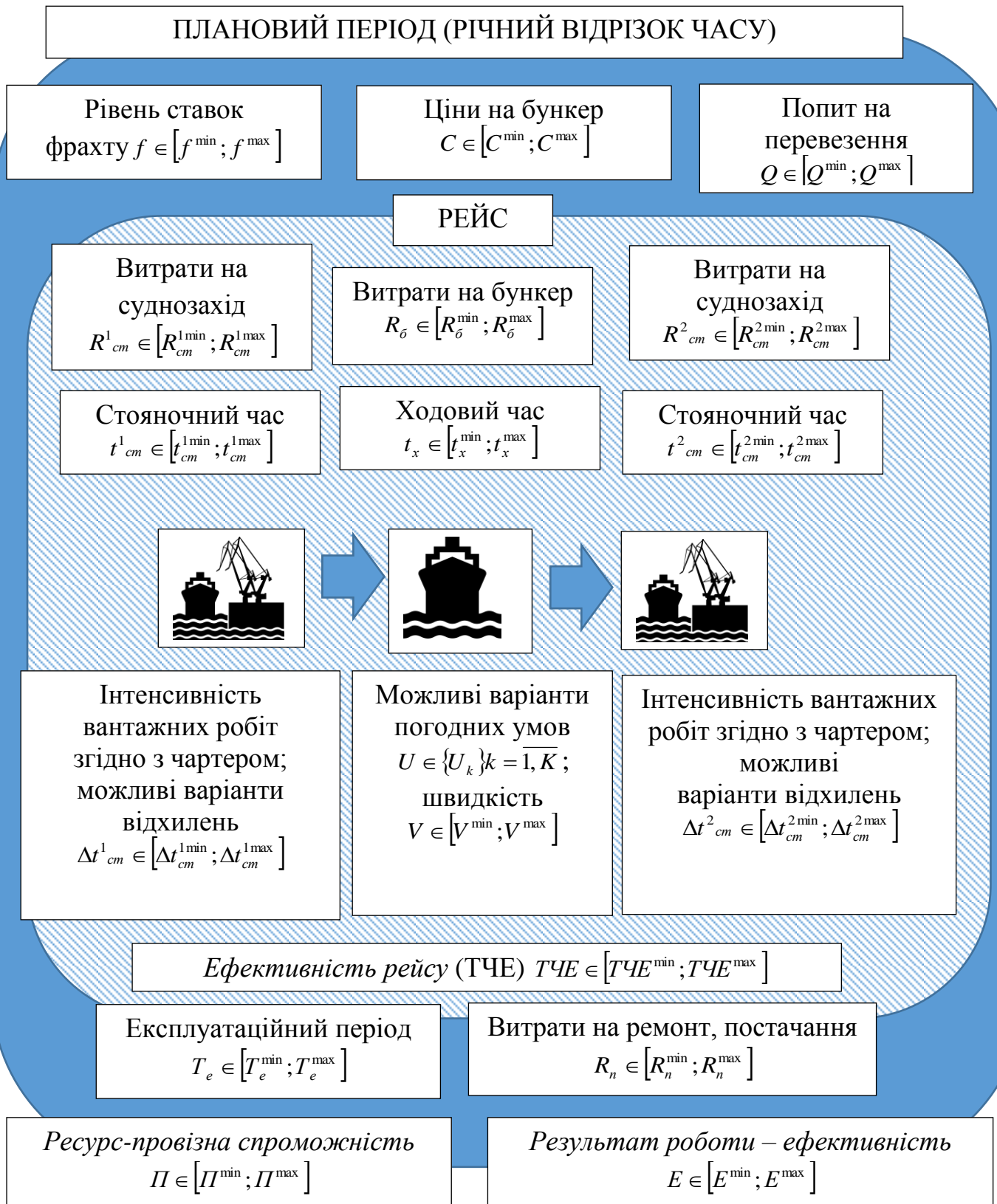


Рис. 1. Діапазони значень основних параметрів і результатів роботи судна за умов ситуацій ризику в рамках рейсу і річного періоду

$$t_{cm}^1 \in [t_{cm}^{1\min}; t_{cm}^{1\max}], t_{cm}^2 \in [t_{cm}^{2\min}; t_{cm}^{2\max}], \quad (1)$$

де  $t_{cm}^{1\min}; t_{cm}^{1\max}$ ,  $t_{cm}^{2\min}; t_{cm}^{2\max}$  – відповідно, нижні та верхні межі часу стоянки в порту завантаження / розвантаження. Дані значення можуть бути встановлені з урахуванням можливих варіантів відхилень часу стоянки в портах завантаження / розвантаження  $\Delta t^1, \Delta t^2_{cm}$  (статистичним, експертним шляхом)

$$\Delta t^1_{cm} \in [\Delta t_{cm}^{1\min}; \Delta t_{cm}^{1\max}], \Delta t^2_{cm} \in [\Delta t_{cm}^{2\min}; \Delta t_{cm}^{2\max}] \quad (2)$$

де  $\Delta t_{cm}^{1\min}; \Delta t_{cm}^{1\max}$ ,  $\Delta t_{cm}^{2\min}; \Delta t_{cm}^{2\max}$  – відповідно, нижні та верхні межі можливого відхилення часу стоянки в порту завантаження / розвантаження.

Аналогічно, з урахуванням прогнозованих варіантів погодних умов  $U \in \{U_k\} k=1, K$  ( $K$  – виділена кількість варіантів погодних умов) і технічних характеристик судна можна встановити діапазон можливих швидкостей  $V \in [V^{\min}; V^{\max}]$ , що є базою для встановлення діапазону значень ходового часу  $t_x \in [t_x^{\min}; t_x^{\max}]$  ( $t_x^{\min}; t_x^{\max}$  – відповідно, нижні та верхні межі ходового часу).

На базі потокової інформації про порти заходу, варіанти та ціни бункерування можуть бути встановлені діапазони значень витрат на суднозаходи (в порту завантаження / розвантаження, з урахуванням вартості проходження каналів)

$$R^1_{cm} \in [R_{cm}^{1\min}; R_{cm}^{1\max}], R^2_{cm} \in [R_{cm}^{2\min}; R_{cm}^{2\max}], \quad (3)$$

а також витрат на бункер

$$R_{\bar{o}} \in [R_{\bar{o}}^{\min}; R_{\bar{o}}^{\max}], \quad (4)$$

де  $R_{cm}^{1\min}; R_{cm}^{1\max}$ ;  $R_{cm}^{2\min}; R_{cm}^{2\max}$ ;  $R_{\bar{o}}^{\min}; R_{\bar{o}}^{\max}$  – відповідно, мінімально і максимально можливі значення зазначених показників.

Все це дозволяє встановити діапазон можливих значень показника ефективності роботи судна в рейсі – тайм-чартерного еквівалента (ТЧЕ)

$$TЧЕ \in [TЧЕ^{\min}; TЧЕ^{\max}], \quad (5)$$

де  $TЧЕ^{\min}; TЧЕ^{\max}$  – відповідно, нижні та верхні межі даного показника, які можуть бути визначені на базі нижніх і верхніх значень часових і вартісних параметрів, охарактеризованих вище.

У рамках річного відрізка часу при плануванні результатів роботи суден повинні бути враховані діапазони можливих значень:

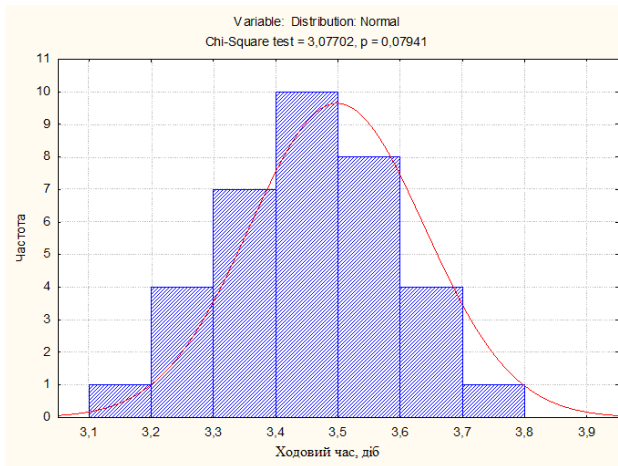
- фрахових ставок  $f \in [f^{\min}; f^{\max}]$ , де  $f^{\min}; f^{\max}$  – відповідно, мінімум і максимум значення фрахової ставки (для заданого напрямку або усередненого значення для даного регіону роботи);
- цін на бункер  $C \in [C^{\min}; C^{\max}]$ , де  $C^{\min}; C^{\max}$  – відповідно, нижня і верхня межі вартості суднового палива (конкретної марки або усереднені для різних видів);
- попиту на перевезення (обсягу вантажопотоку)  $Q \in [Q^{\min}; Q^{\max}]$ , де  $Q^{\min}; Q^{\max}$  – відповідно, нижня і верхня межі обсягу транспортної роботи, вираженої в тоннах або тонно-милях;
- експлуатаційний період  $T_e \in [T_e^{\min}; T_e^{\max}]$ , де  $T_e^{\min}; T_e^{\max}$  – нижня і верхня межі можливого значення експлуатаційного періоду в рамках планового відрізка часу;
- витрати на ремонти, постачання  $R_n \in [R_n^{\min}; R_n^{\max}]$ , де  $R_n^{\min}; R_n^{\max}$  – нижня і верхня межі даного показника.

Результатом аналітичної обробки даної інформації будуть оцінки двох підсумкових величин: основного ресурсу судна – провізної спроможності  $\Pi \in [\Pi^{\min}; \Pi^{\max}]$  ( $\Pi^{\min}, \Pi^{\max}$  – нижня і верхня межі провізної спроможності) – і ефективності його роботи (як правило, прибутку від експлуатації)  $E \in [E^{\min}; E^{\max}]$  ( $E^{\min}; E^{\max}$  – відповідно, нижня і верхня межі ефективності).

Для кожного рівня розгляду роботи суден застосовні відповідні методи невизначеності.

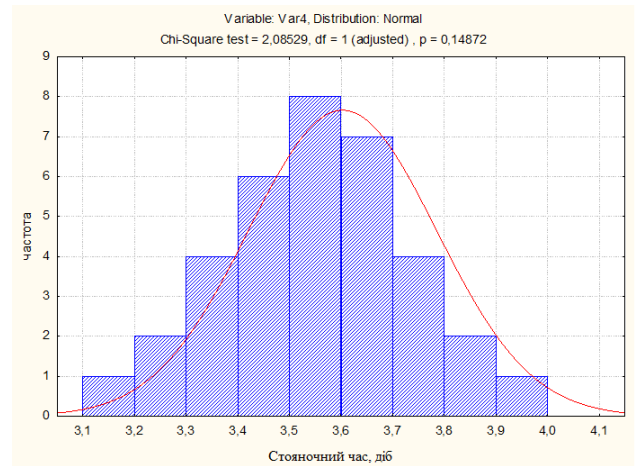
Охарактеризований імовірнісний підхід до оцінки відхилень параметрів процесу роботи суден на рівні рейсу під впливом невизначеності умов експлуатації, проведені відповідні експериментальні дослідження, що підтверджують емпірично правомірність пропонованого підходу.

Зокрема, сформульовано гіпотезу про ймовірнісну природу часових параметрів транспортного процесу і підпорядкування їх нормальному закону розподілу. Для підтвердження даної гіпотези проведено відповідні статистичні дослідження на базі інформації щодо роботи суден у регіоні Чорного моря. На рис. 2, 3 наведено фрагменти результатів даного дослідження.



Descriptive Statistics (Spreadsheet1 (Recovered))					
Variable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Var1	35	3,501429	3,200000	3,800000	0,139582

Рис. 2. Фрагменти статистичного дослідження даних про ходовий час рейсів на напрямку Херсон–Констанца для суден дедвейтом 15 000 т



Descriptive Statistics (Spreadsheet1 (Recovered))					
Variable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Var4	35	3,601429	3,200000	3,950000	0,179249

Рис. 3. Фрагменти статистичного дослідження даних про стояночний час рейсів на напрямку Херсон–Констанца для суден дедвейтом 15 000 т

У третьому розділі «Урахування можливих відхилень параметрів рейсу в процесі оперативного управління роботою суден-балкерів» розглянуті питання управління роботою суден-балкерів за умовах невизначеності на рівні рейсу з урахуванням специфіки даного рівня розгляду і відповідної інформації про параметри транспортного процесу.

Згідно з угодою на перевезення в більшості випадків часові та вартісні параметри, що характеризують процес виконання рейсу при заданих умовах, можуть бути встановлені з достатнім ступенем визначеності. Можна виділити дві основні категорії таких параметрів – часові та вартісні. До часових параметрів належать елементи часу рейсу (перехід між портами, проходження каналів, вантажні операції, бункерування і т. п.), у результаті агрегування яких формується час ходовий  $t_x$  і час стояночний  $t_{cm}$ . До основних вартісних параметрів, що описують виконання судном рейсу, належать ціни на бункер  $C_{бунк}$ ,  $C_{порт}$  – тарифи портових зборів і плат, а також вартості проходження каналів. Часові та вартісні параметри визначають величини постійних  $R_{пост}(t_x, t_{cm})$  і змінних витрат  $R_{зм}(t_x, t_{cm}, C_{порт}, C_{бунк})$ . Відзначимо, що постійні витрати визначаються часом рейсу і нормативом постійних витрат  $r_{пост}$ , який в рамках даної задачі є екзогенним параметром.

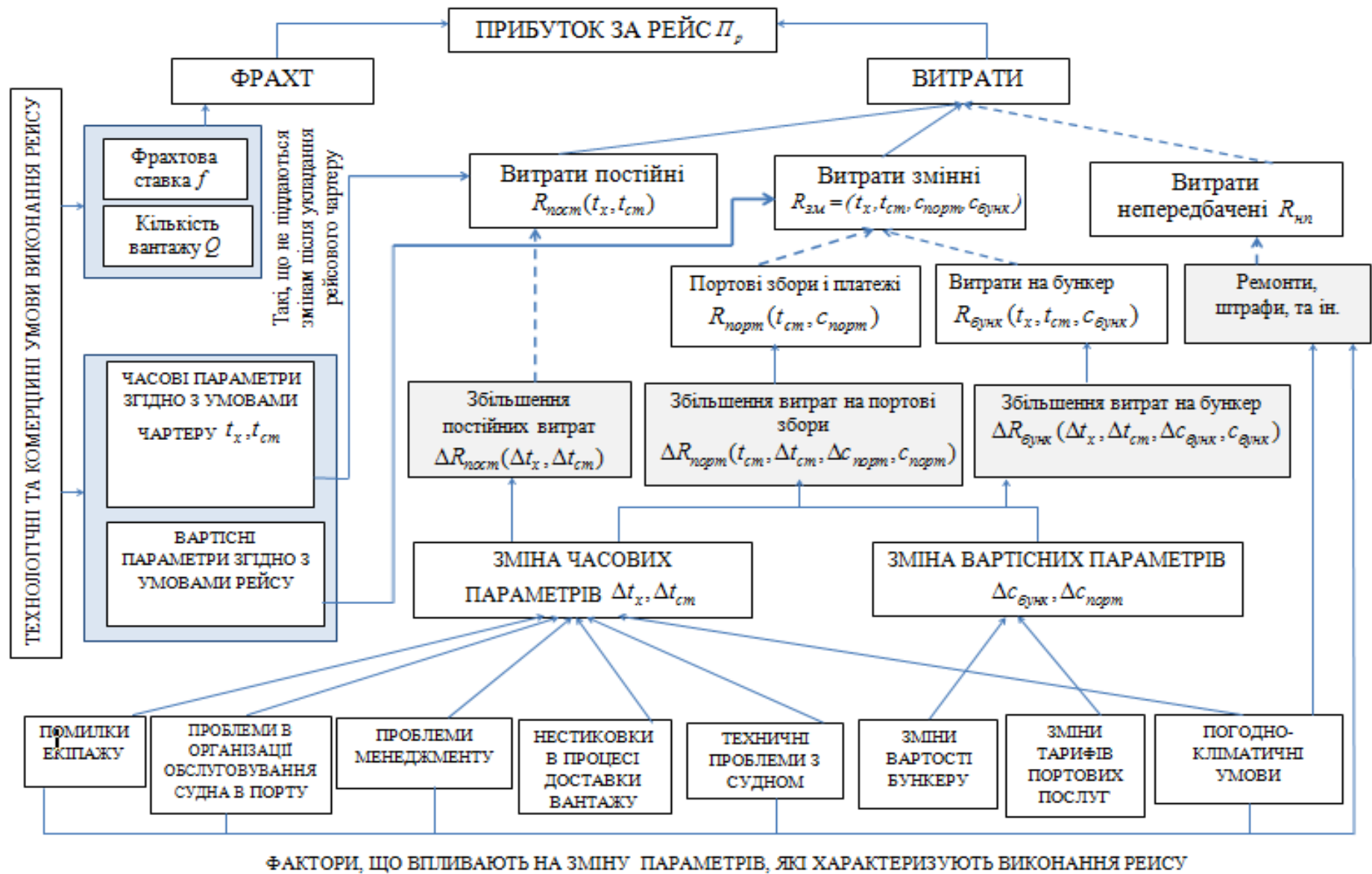


Рис. 4. Концептуальна модель формування та взаємозв'язку відхилень параметрів рейсу і його ефективності

Змінні витрати визначаються основними вартісними та часовими параметрами і, як відомо, змінні витрати формуються з витрат на бункер  $R_{\text{бунк}}(t_x, t_{cm}, c_{\text{бунк}})$  і витрат на портові збори, плати, проходження каналів  $R_{\text{порт}}(t_{cm}, c_{\text{порт}})$ . Таким чином, часові та вартісні параметри визначають ефективність рейсу в цілому, з урахуванням заданих ставки фрахту і кількості вантажу.

Проте фактичні умови виконання рейсу можуть привести до зміни часових і вартісних параметрів, і, як наслідок, до зміни прибутку. Відзначимо, що велика частина встановлених факторів впливає на часові параметри рейсу, обумовлюючи збільшення ходового і стояночного часу на величини  $\Delta t_x, \Delta t_{cm}$ , відповідно. Зміни вартісних параметрів збільшує вартість бункера і витрат на портові збори на величини  $\Delta c_{\text{бунк}}, \Delta c_{\text{порт}}$ , відповідно. Підсумком зміни зазначених часових і вартісних параметрів процесу виконання рейсу судном є збільшення витрат на бункер на величину  $\Delta R_{\text{бунк}}(\Delta t_x, \Delta t_{cm}, \Delta c_{\text{бунк}}, c_{\text{бунк}})$ , і витрат на портові збори, плати на величину  $\Delta R_{\text{порт}}(\Delta t_{cm}, \Delta c_{\text{порт}}, c_{\text{порт}})$ . Погодно-кліматичні умови, як і форс-мажорні обставини, які призводять до витрат  $R_{\text{нп}}$ , пов'язаним, наприклад, з проведенням незапланованих ремонтних робіт або виконанням вимог порт-контролю. Збільшення часу рейсу призводить і до збільшення постійних витрат на величину  $\Delta R_{\text{носм}}(t_x, t_{cm}) = r_{\text{носм}} \cdot (\Delta t_x + \Delta t_{cm})$ .

З урахуванням проведених міркувань щодо відхилень параметрів рейсу вираз добового прибутку прийме такий вигляд:

$$\begin{aligned} \Delta \Pi_{\text{доб}} = \Pi_{\text{доб}} - \Pi'_{\text{доб}} = & \frac{f \cdot Q}{t_x + t_{cm}} - \frac{f \cdot Q}{t_x + \Delta t_x + t_{cm} + \Delta t_{cm}} - \\ & - \frac{c_{\text{бунк}}(q_x \cdot t_x + q_{cm} \cdot t_{cm}) + c_{\text{порт}}^1 + c_{\text{порт}}^2 \cdot t_{cm}}{t_x + t_{cm}} + \\ & + \frac{(c_{\text{бунк}} + \Delta c_{\text{бунк}})(q_x \cdot (t_x + \Delta t_x) + q_{cm} \cdot (t_{cm} + \Delta t_{cm}))}{t_x + \Delta t_x + t_{cm} + \Delta t_{cm}} + \\ & + \frac{c_{\text{порт}}^1 + \Delta c_{\text{порт}}^1 + \Delta c_{\text{порт}}^2 \cdot (t_{cm} + \Delta t_{cm})}{t_x + \Delta t_x + t_{cm} + \Delta t_{cm}} + R_{\text{нп}} \end{aligned} \quad (6)$$

Для прийнятих як постійні величини в процесі виконання рейсу фрахтової ставки та кількості вантажу, можливі значення  $\Delta\Pi_{доб}$ , обумовлюються діапазонами можливих значень відхилень часових і вартісних параметрів  $\Delta t_x, \Delta t_{ст}, \Delta c_{бунк}, \Delta^1 c_{порт}, \Delta^2 c_{порт}$ , а також величини  $R_{нп}$ .

На базі формули (6) і прийнятого підходу до оцінки із заданою вірогідністю часових параметрів рейсу і вартості бункера сформульовано вираз для оцінки зміни тайм-чартерного еквівалента  $\Delta TЧЕ(\alpha)$  (як показника ефективності рейсу) для конкретного судна і напрямку, а також узагальнено формулу можливої зміни тайм-чартерного еквівалента для суден-балкерів різної вантажопідйомності для різних за тривалістю рейсів. На базі отриманих закономірностей проведені експериментальні дослідження.

На рис. 5 наведені графіки залежностей зміни тайм-чартерного еквівалента для різних значень середньоквадратичного відхилення часових параметрів рейсу  $\sigma$  (5, 7, 8 %) з імовірністю 0,95 для суден різного дедвейту і для рейсів різної тривалості (побудовано з урахуванням регресійних моделей для техніко-експлуатаційних показників).

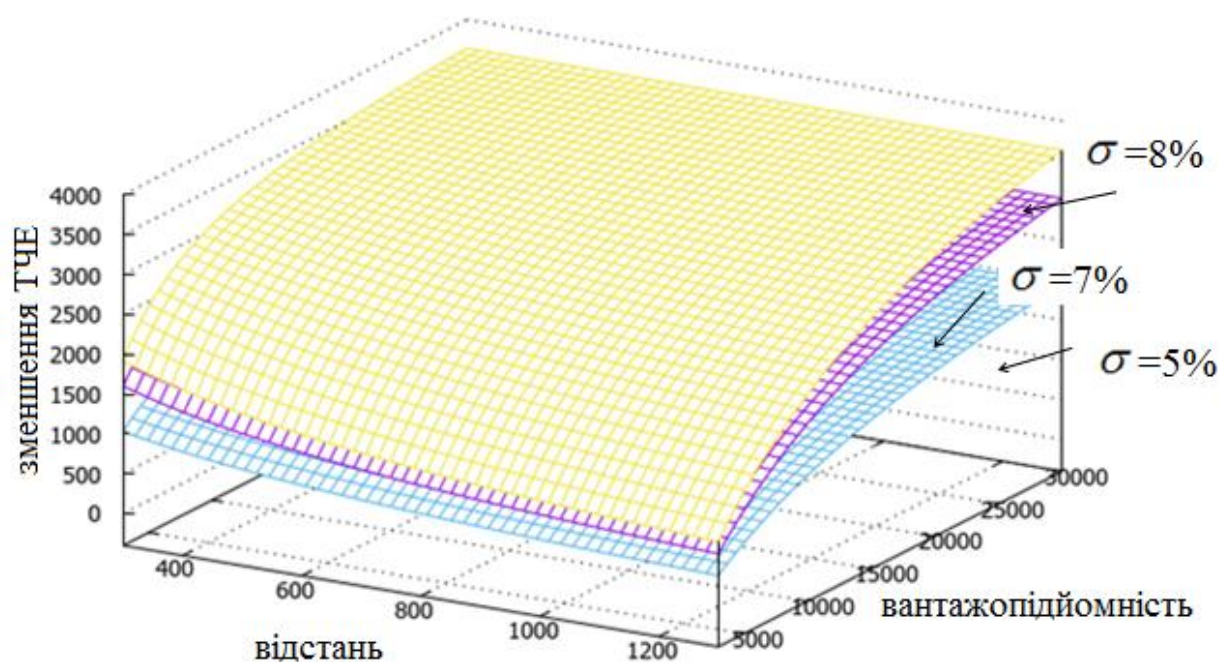


Рис. 5. Можливі відхилення тайм-чартерного еквівалента для суден різного дедвейту і для рейсів різної тривалості

Як видно, при збільшенні тривалості рейсу можливе зменшення тайм-чартерного еквівалента стає менш істотним, ніж на більш коротких

дистанціях. Природно, що для суден більшого розміру можливе зменшення тайм-чартерного еквівалента є більш значним. При цьому слід зазначити, що значний вплив на поведінку можливого відхилення тайм-чартерного еквівалента надає  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення часу рейсу.

Величина  $\Delta TЧЕ(\alpha)$  може бути додатковим критерієм при ухваленні рішення щодо відфрахтування судна в рейс поряд з показниками добового прибутку і тайм-чартерного еквівалента.

Розроблено методичний підхід до визначення необхідного рівня збільшення фрахтової ставки як «компенсації» за ризик зміни параметрів транспортного процесу, що може використовуватися в процесах проведення переговорів щодо фрахтової угоди для забезпечення заданого рівня ефективності.

У четвертому розділі «Урахування невизначеності умов експлуатації в управлінні роботою суден-балкерів в рамках річного відрізка часу» проаналізовано чинники невизначеності та їх вплив на параметри транспортного процесу і результати роботи суден для різних комерційних умов транспортного обслуговування.

Встановлено, що, орієнтуючись на досить стійкий вантажопотік (вантажопотоки в регіоні), судновласник може організувати роботу своїх суден з обслуговування даних вантажопотоків в рамках річного відрізка часу таким чином:

1. Судна працюють в трамповій формі судноплавства, що передбачає фактично відсутність прив'язки до конкретного вантажопотоку і фрахтувальника. При цьому судна забезпечують перевезення цілої номенклатури вантажів в конкретному регіоні.

2. Судна працюють в формі послідовних рейсів, забезпечуючи перевезення вантажів між множиною портів. Договірною основою в даній ситуації є довгострокові фрахтові контракти.

Сформовано схему, що відображає систему факторів невизначеності та їх можливий вплив на параметри виробничого процесу і ефективність роботи суден у цілому в рамках річного відрізка часу (рис. 6).

Для урахування невизначеності в процесах управління роботою суден в першій ситуації запропоновано два модифіковані підходи до визначення тайм-чартерного еквівалента:

перший підхід враховує можливе збільшення часу рейсу, зниження рівня фрахтових ставок, збільшення витрат на суднозаходи та бункер, таким чином даний підхід розглядає «найгірший» варіант умов роботи судна

другий підхід заснований на урахуванні динаміки ставок фрахту і періодів їх різних значень, що таким чином враховує і сезонність вантажопотоків, і ринкові тенденції в цілому.



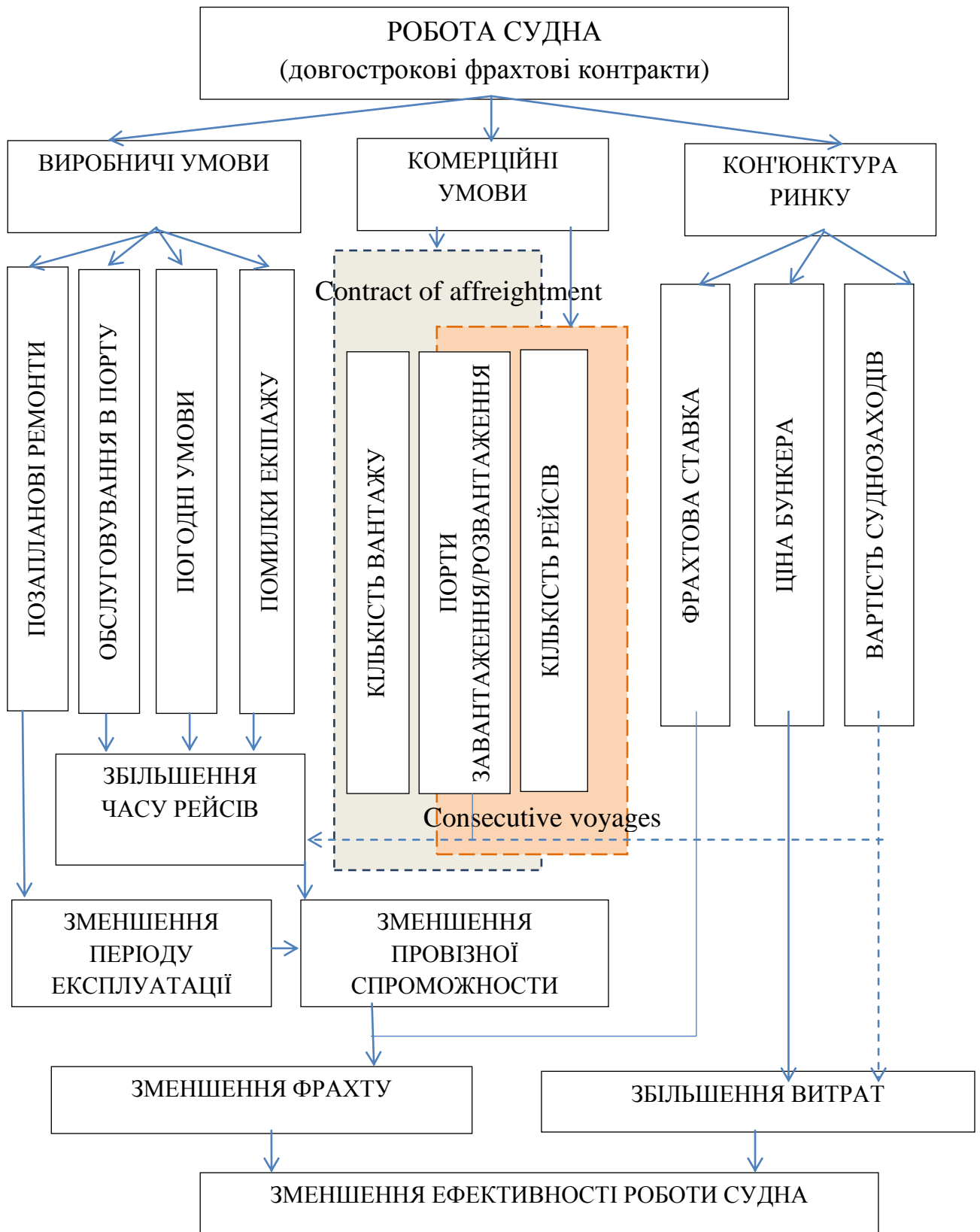


Рис. 6. Система факторів невизначеності та їх вплив на результати роботи судна в довгостроковому періоді

Для другої ситуації розроблені методичні засади забезпечення ефективності роботи суден за довгостроковими фрахтовими контрактами на

базі встановлення очікуваного тайм-чартерного еквівалента для двох умов експлуатації: для заданої за контрактом множини портів завантаження / розвантаження і за умов невизначеності ситуації з портами завантаження / розвантаження.

Для умов можливості вибору між декількома довгостроковими контрактами розроблено економіко-математичну модель для розподілу бюджету часу суден (закріплення суден компанії та орендованих суден) за даними контрактами за умов інтервальної невизначеності параметрів транспортного процесу.

Введемо позначення:

$i = \overline{1, m}$  – індекси суден компанії, кожне судно характеризується  $R_i$  – добовим нормативом постійних витрат (дол/добу).

$j = \overline{1, n}$  – індекси розглянутих довгострокових фрахтових контрактів. Кожен контракт характеризується таким:

$\tilde{Q}^j = [Q_1^j; Q_2^j]$  – діапазон значень обсягу перевезень, т;

$f_j$  – значення фрахтової ставки, дол/т (чи  $\tilde{f}^j = [f_1^j; f_2^j]$  – діапазон значень фрахтової ставки, дол/т).

Робота суден за контрактами характеризується такими техніко-експлуатаційними показниками:

$\tilde{r}_{ij} = [r_{ij}^1; r_{ij}^2]$  – діапазон значень експлуатаційних витрат під час роботи  $i$ -го судна за  $j$ -им контрактом, дол/добу;

$\tilde{p}_{ij} = [p_{ij}^1; p_{ij}^2]$  – діапазон значень провізної спроможності  $i$ -го судна під час роботи за  $j$ -м контрактом, т/рік.

Позначимо  $x_{ij}, 0 \leq x_{ij} \leq 1$  – частка від бюджету часу роботи  $i$ -го судна за  $j$ -м контрактом. Не кожне судно з розглянутої множини може працювати за конкретним контрактом (наприклад вантажна партія не підходить за розміром для даного судна), тому в такій ситуації окремі  $x_{ij}$  з параметрів управління трансформуються в екзогенні параметри та приймаються рівними 0. Така процедура дозволить виключити з подальшої оптимізації «неможливі» варіанти закріплення суден.

Також компанія може для реалізації своїх планів з обслуговування довгострокових фрахтових контрактів залучати судна на базі тайм-чартерної оренди за ставками  $r_k^{t-ch}, k = \overline{1, K}$ , де  $k$  – судно (прототип);  $K$  – множина варіантів суден, що розглядаються.

Позначимо  $x_k^{t-ch}, k = \overline{1, K}$  – кількість суден-претендентів (прототипів суден-претендентів) для оренди в тайм-чартер;

$x_{kj}^{t-ch}, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}$  – частка бюджету часу роботи  $k$ -го судна за  $j$ -м контрактом.

Аналогічно наведеним вище міркуванням, якщо судно  $x_k^{t-ch}$  не може обслуговувати  $j$ -й контракт, то в процесі оптимізації відповідні  $x_{kj}^{t-ch}$  покладаються рівними 0 і розглядаються далі як екзогенні параметри.

Відзначимо, що судна компанії (власні або орендовані) можуть працювати на відкритому фрахтовому ринку, який характеризується діапазоном значень фрахтових ставок (з урахуванням специфіки суден, у т. ч. дедвейту, віку і т. п.), які визначають такий діапазон усередненого тайм-чартерного еквівалента в регіоні:

$$\tilde{E}_i = [\tilde{E}_i^1, \tilde{E}_i^2], i = \overline{1, m} \text{ – для власних суден, дол/добу.}$$

$$\tilde{E}_k = [\tilde{E}_k^1, \tilde{E}_k^2], k = \overline{1, K} \text{ – для орендованих суден, дол/добу.}$$

Розглянемо період довгострокових контрактів –  $T$ , діб.

Як цільову функцію будемо розглядати максимізацію фінансового результату (діапазону фінансового результату – в термінах інтервальної оптимізації) роботи суден (власних та орендованих) за довгостроковими контрактами

$$\begin{aligned} \tilde{F}(x_{ij}, x_k^{t-ch}, x_{kj}^{t-ch}) = & \sum_{j=1}^n (\tilde{f}^j \cdot (\sum_{i=1}^m \tilde{p}_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{k=1}^K \tilde{p}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch})) - \\ & - \sum_{i=1}^m (\tilde{r}_{ij} \cdot x_{ij} - R_i) - \sum_{k=1}^K \tilde{r}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch} - \sum_{k=1}^K r_k^{t-ch} \cdot T \cdot x_k^{t-ch} + \\ & + \sum_{i=1}^m \tilde{E}_i \cdot T \cdot (1 - \sum_{j=1}^n x_{ij}) + \sum_{k=1}^K \tilde{E}_k^{t-ch} \cdot T \cdot (x_k^{t-ch} - \sum_{j=1}^n x_{kj}^{t-ch}) \rightarrow \max \end{aligned} \quad (7)$$

Складові виразу (7):

$$\sum_{j=1}^n (\tilde{f}^j \cdot (\sum_{i=1}^m \tilde{p}_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{k=1}^K \tilde{p}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch})) \text{ – фрахт від роботи суден (власних}$$

та орендованих) за контрактами (діапазон фрахту);

$$\sum_{i=1}^m (\tilde{r}_{ij} \cdot x_{ij} - R_i) \text{ – витрати експлуатаційні та постійні власних суден}$$

компанії (діапазон витрат);

$$\sum_{k=1}^K \tilde{r}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch} \text{ – витрати експлуатаційні орендованих суден (діапазон}$$

витрат);

$$\sum_{k=1}^K r_k^{t-ch} \cdot T \cdot x_k^{t-ch} \text{ – витрати з оренди в тайм-чартер;}$$

$\sum_{i=1}^m \tilde{E}_i \cdot T \cdot (1 - \sum_{j=1}^n x_{ij})$  – ефективність (діапазон ефективності) роботи власних суден поза довгостроковими контрактами – на відкритому фрахтовому ринку;

$1 - \sum_{j=1}^n x_{ij}$  – частка бюджету часу роботи власних суден поза довгостроковими контрактами;

$\sum_{k=1}^K \tilde{E}_k^{t-ch} \cdot T \cdot (x_k^{t-ch} - \sum_{j=1}^n x_{kj}^{t-ch})$  – ефективність (діапазон ефективності) роботи орендованих суден поза довгостроковими контрактами – на відкритому фрахтовому ринку;

$x_k^{t-ch} - \sum_{j=1}^n x_{kj}^{t-ch}$  – частка бюджету часу роботи орендованих суден поза довгостроковими контрактами.

Сформулюємо обмеження моделі.

За обсягом транспортної роботи за довгостроковими контрактами (для кожного контракту)

$$\sum_{i=1}^m \tilde{p}_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{k=1}^K \tilde{p}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch} \leq \tilde{Q}^j, j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

За бюджетом часу власних суден компанії

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}. \quad (9)$$

За бюджетом часу орендованих суден

$$\sum_{j=1}^n x_{kj}^{t-ch} \leq x_k^{t-ch}, k = \overline{1, K}. \quad (10)$$

За кількістю орендованих суден

$$x_k^{t-ch} \leq N_k, k = \overline{1, K}, \quad (11)$$

де  $N_k$  – можлива кількість суден для оренди.

Умова цілочисельності та невід'ємності параметрів управління

$$x_k^{t-ch} \in Z^+, k = \overline{1, K}. \quad (12)$$

Умова невід'ємності параметрів управління

$$x_{kj}^{t-ch} \geq 0, x_{ij} \geq 0, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Діапазон можливих значень кількості власних суден

$$0 \leq x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \quad (14)$$

Дана модель дозволяє встановлювати наступне:

- 1) закріплення суден компанії за довгостроковими контрактами з виділенням того, яку частку часу з їх бюджету судна здійснюватимуть перевезення за даними контрактами, а яку частку бюджету часу працюватимуть на вільному фрахтовому ринку;
- 2) кількість суден конкретного типу, які необхідно взяти в тайм-чартерну оренду для здійснення всього запланованого обсягу транспортної роботи;
- 3) закріплення орендованих суден за довгостроковими контрактами, а також частку бюджету часу, в рамках якої орендовані судна будуть працювати на відкритому фрахтовому ринку.

Дана модель належить до класу моделей лінійного програмування з інтервальною невизначеністю. Інтервальна невизначеність полягає в тому, що параметри транспортного процесу, техніко-експлуатаційні показники роботи суден і обсяги транспортної роботи зображені у вигляді діапазонів (інтервалів), що відповідає реальній ситуації під час прийняття рішень з управління роботою суден в рамках річного відрізка часу.

Модель апробовано на конкретному розрахунковому прикладі, для знаходження оптимального значення параметрів управління використовувалися два методи, які продемонстрували можливість знаходження розв'язання даної задачі за пропонованою моделлю.

## **ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-прикладна задача розробки методів і засобів управління роботою суден-балкерів з урахуванням невизначеності умов їх експлуатації. За результатами дослідження зроблено такі висновки:

1. Судноплавство як специфічне транспортне виробництво здійснюється за умов відсутності повноти інформації та чітких знань про комерційні та виробничі умови виконання окремо взятого рейсу і роботи судна в цілому за розглянутий період, тому планування роботи суден у рамках управління роботою флоту повинно здійснюватися з урахуванням можливих відхилень прогнозованих умов експлуатації та параметрів виробничого процесу.

Встановлено систему агрегованих факторів невизначеності в процесі виробничої та комерційної діяльності судноплавних компаній, що враховує їх сутність і специфіку взаємозв'язку.

2. Ідентифіковано систему факторів ризику, яка охоплює всі аспекти управління роботою суден, зображені у вигляді інтегральної сукупності виробничих і управлінських технологічних процесів.

Визначено можливий негативний вплив системи чинників невизначеності на зміну основного ресурсу морського судна – провізну спроможність. Досліджено вплив на провізну спроможність елементів часу рейсу і експлуатаційного періоду.

Розроблено і охарактеризовано принципову схему формування діапазону можливих значень основних параметрів роботи судна на рівні рейсу і в рамках річного відрізка часу. Обґрунтовано правомірність застосування імовірнісних підходів до урахування невизначеності умов експлуатації суден.

3. Для рівня конкретного рейсу сформульовано вираз можливого зменшення тайм-чартерного еквівалента – основного показника ефективності – під впливом системи відповідних факторів та розроблено методичні основи урахування можливих відхилень параметрів рейсу в процесі оперативного управління роботою суден для забезпечення необхідного рівня ефективності. В основі запропонованого підходу – система відхилень часових і вартісних параметрів виробничого процесу, що виникають під впливом факторів невизначеності.

Досліджено вплив вантажопідйомності судна і дальності перевезення на можливі відхилення тайм-чартерного еквівалента.

4. Розроблено методичні основи управління роботою суден-балкерів, які базуються на двох модифікованих підходах до визначення тайм-чартерного еквівалента з урахуванням можливого негативного впливу відхилень параметрів процесу роботи суден у рамках річного відрізка часу на умовах рейсового чартеру під впливом системи чинників виробничого і комерційного характеру:

- перший підхід враховує можливе збільшення часу рейсу, зниження рівня фрахтових ставок, збільшення витрат на суднозаходи і бункер, передбачаючи «найгірший» варіант умов експлуатації судна;

- другий підхід заснований на урахуванні динаміки ставок фрахту і тривалості періодів їх різних значень, що враховує сезонність вантажопотоків і ринкові тенденції в цілому.

Комплексний підхід дозволяє забезпечити адекватність інформаційної основи прийняття рішень з експлуатації судна реальним транспортно-технологічним та комерційним процесам.

5. Ідентифіковано і формалізовано вплив основних факторів невизначеності на результати роботи суден за довгостроковими фрахтовими контрактами.

Розроблено методичні основи забезпечення ефективності роботи суден за довгостроковими фрахтовими контрактами на базі встановлення очікуваного тайм-чартерного еквівалента для двох умов експлуатації: в умовах визначеності портів заходу, та їх повної невизначеності.

6. Розроблено економіко-математичну модель розподілу бюджету часу суден (закріплення суден компанії та орендованих суден) за довгостроковими фрахтовими контрактами за умов інтервальної невизначеності з урахуванням того, що у «вільний» від роботи за даними контрактами час судна можуть працювати на відкритому фрахтовому ринку.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Роботи, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. Вишневська О. Д. Дослідження впливу розміру судна і дальності морського перевезення на можливе зменшення ефективності рейсу / О. Д. Вишневська, Д. О. Вишневський // Технологический аудит и резервы производства : междунар. науч. журн. – 2017. – № 1/2 (33). – С. 38-44. (Журнал входить до наукометричних баз даних і систем Ulrich's Periodicals Director, DRIVER, BASE, Index Copernicus, PИЦ, ResearchBib, DOAJ, WorldCat, EBSCO, Directory Indexing of International Research Journals, DRJI, OAJI, Sherpa/Romeo, Open Access Articles).
2. Вишневская О. Д. Идентификация системы факторов риска в процессе производственной деятельности морских судов / О. Д. Вишневская // Вісник ОНМУ : зб. наук. пр. – 2017. – Вип. 1 (50). – С. 138-147.
3. Шпилько С. В. Риски транспортного обеспечения внешнеторговых поставок / С. В. Шпилько, О. Д. Вишневская // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 3 (70). – С. 54-59. (Журнал входить до наукометричних баз даних і систем CrossRef, IndexCopernicus, American Chemical Society, PИЦ, WorldCat, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, ResearchBib, CiteFactor та багато інших).
4. Онищенко С. П. Застосування R/S-аналізу для дослідження динаміки балкерної секції фрахтового ринку / С. П. Онищенко, О. Д. Вишневська // Вісник ОНМУ : зб. наук. пр. – 2017. – Вип. 2 (51). – С. 119-126.
5. Онищенко С. П. Метод оценки отклонений результатов выполнения судном рейса под влиянием факторов риска / С. П. Онищенко, О. Д. Вишневская // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 7 (1179). – С. 25-32.
6. Вишневская О. Д. Модель распределения бюджета времени судов по долгосрочным фрахтовым контрактам в условиях интервальной неопределенности параметров транспортного процесса / О. Д. Вишневская // Вісник ОНМУ : зб. наук. пр. – 2017. – Вип. 4 (53). – С. 184-193.

### *Роботи, що підтверджують апробації матеріалів дисертації*

7. Vishnevskaya O. Risks occurring during the shipping of the foreign trade cargo by the marin transport / O. Vishnevskaya, S. Shpil'ko // Problems of transport Logistics development : the sixth international scientific conference, Odessa-Athens, 17-25 January, 2015. – P. 45-48.
8. Вишневская О. Д. Обоснование нового типа судна для пополнения отечественного морского транспортного флота / О. Д. Вишневская // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития – 2006 : материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 01-15 октяб. 2006 г. – Т. 5: Транспорт, физика и математика, химия. – Одесса : Черноморье, 2006. – С. 24-25.

9. Вишневская О. Д. Прогнозирование перспективных морских грузопотоков / О. Д. Вишневская // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2006 : материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 15-25 апр. 2006 г. – Т. 1: Транспорт. – Одесса : Черноморье, 2006. – С. 27-29.

10. Вишневська О. Д. Аналіз структури морських вантажопотоків / О. Д. Вишневська, Д. О. Вишневський // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2008 : материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 15-25 марта 2008 г. – Т. 1: Транспорт. – Одесса : Черноморье, 2008. – С. 47-51.

11. Вишневський Д. О. Особливості укладання фрахтових угод / Д. О. Вишневський, О. Д. Вишневська // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте – 2010 : материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 21-30 июня 2010 г. – Т. 2: Транспорт, физика и математика, туризм и рекреация. – Одесса : Черноморье, 2010. – С. 6-9.

12. Вишневський Д. О. Аналіз факторів що визначають кон'юнктуру фрахтового ринку / Д. О. Вишневський, О. Д. Вишневська // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2010: материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 15-26 марта 2010 г. – Т. 1: Транспорт. – Одесса : Черноморье, 2010. – С. 63-65.

13. Вишневський Д. О. Аналіз кризової ситуації в сфері морського транспорту України / Д. О. Вишневський, О. Д. Вишневська // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития – 2010 : материалы междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 4-15 октяб. 2010 г. – Т. 1: Транспорт, туризм и рекреация, физическое воспитание и спорт. – Одесса : Черноморье, 2010. – С. 10-13.

*Роботи, які додатково відображають наукові результати дисертації*

14. Онищенко С. П. Обеспечение эффективности выполнения судном рейса с учетом возможного воздействия факторов риска / С. П. Онищенко, О. Д. Вишневская // Вісник економіки транспорту і промисловості : зб. наук.-практ. ст. – Харків : УкрДУЗТу, 2016. – № 56. – С. 104-113.

15. Вишневська О. Д. Риски при морській доставке грузов / О. Д. Вишневская // SWorld : сб. науч. тр. – Вып. 3 (36). – Т. 2. – Иваново : МАРКОВА АД, 2014. – С. 19-21. (Входить до міжнародної наукометричної бази РІНЦ SCIENCE INDEX. Імпакт-фактор > 0).

16. Шпилько С. В. Риски в процессах доставки внешнеторговых грузов морским транспортом / С. В. Шпилько, О. Д. Вишневская // SWorld : сб. науч. тр. – Вып. 4 (37). – Т. 1. – Иваново : МАРКОВА АД, 2014. – С. 36-38. (Входить до міжнародної наукометричної бази РІНЦ SCIENCE INDEX).

17. Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на міжнародному ринку транспортних послуг в умовах глобалізації міжнародного судноплавства. Ризики при перевезенні зовнішньоторгівельних вантажів морськими транспортними суднами :



моногр. / авт. кол. : О. Г. Шибает, І. В. Савельєва, О. В. Кириллова [та ін.]. – Одеса : КУПРИЕНКО СВ, 2015. – С. 107-110.

18. Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства. Формування вартості перевезення в лінійному і трамповому судноплавстві : моногр. / авт. кол. : О. Г. Шибает, Ю. В. Михайлова, О. В. Акімова [та ін.]. – Одеса : КУПРИЕНКО СВ, 2016. – С. 113-116 .

19. Організація транспортного процесу та управління роботою флоту на ринку міжнародного судноплавства. Ідентифікація невизначеності у системі доставки вантажів за участю морського транспорту : моногр. Ч. 2 / авт. кол. : О. Г. Шибает, Ю. В. Михайлова, О. В. Акімова [та ін.]. – Одеса : КУПРИЕНКО СВ, 2017. – С. 52-56.

20. Вишневская О. Д. Факторы риска, обуславливающие отклонения результатов выполнения рейса морским судном / О. Д. Вишневская // SWorld : сб. науч. тр. – Вып. 45. – Т. 1. – Иваново : Науч. мир, 2016. – С. 33-36. (Входить до міжнародної наукометричної бази РІНЦ SCIENCE INDEX та INDEXCOPERNICUS).

## АНОТАЦІЯ

*Вишневська О. Д.* Управління роботою суден-балкерів з урахуванням невизначеності умов їх експлуатації. – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.01 – Транспортні системи. – Одеський національний морський університет, Одеса, 2018.

Розглянуто управління роботою суден-балкерів на двох рівнях – на оперативному (рівень конкретного рейсу) і в рамках річного відрізка часу за двома основними варіантами комерційної експлуатації суден – на умовах рейсового чартеру і на основі довгострокових фрахтових контрактів.

Для кожної ситуації ідентифіковано та відображено на формалізованому рівні вплив системи чинників невизначеності умов експлуатації на параметри виробничого процесу і, як результат, на ефективність роботи судна.

Розроблено принципову схему формування діапазону можливих значень основних параметрів роботи судна на рівні рейсу і в рамках річного відрізка часу. Розроблено механізми забезпечення заданої ефективності роботи суден з урахуванням невизначеності умов їх експлуатації для кожного рівня управління

Досліджено вплив вантажопідйомності судна і дальності перевезення на можливі відхилення тайм-чартерного еквівалента-показника ефективності роботи суден.

Розроблено економіко-математичну модель розподілу бюджету часу суден за довгостроковими фрахтовими контрактами за умов інтервальної невизначеності.

*Ключові слова:* відхилення, невизначеність, параметри, робота судна, тайм-чартерний еквівалент, управління, експлуатація.

## АННОТАЦИЯ

Вишневецкая О. Д. Управление работой судов-балкеров с учетом неопределенности условий их эксплуатации. - Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.22.01 - Транспортные системы. - Одесский национальный морской университет, Одесса, 2018.

Рассмотрено управление работой судов-балкеров на двух уровнях – на оперативном (уровень конкретного рейса) и в рамках годового отрезка времени по двум основным вариантам коммерческой эксплуатации судов – на условиях рейсового чартера и на основе долгосрочных фрахтовых контрактов.

Для каждой ситуации идентифицировано и отражено на формализованном уровне влияние системы факторов неопределенности условий эксплуатации на параметры производственного процесса и, как итог, на эффективность работы судна.

Разработана принципиальная схема формирования диапазона возможных значений основных параметров работы судна на уровне рейса и в рамках годового отрезка времени. Разработаны механизмы обеспечения заданной эффективности работы судов с учетом неопределенности условий их эксплуатации для каждого уровня управления.

Исследовано влияние грузоподъемности судна и дальности перевозки на возможные отклонения тайм-чартерного эквивалента - показателя эффективности работы судов.

Разработана экономико-математическая модель распределения бюджета времени судов по долгосрочным фрахтовыми контрактам в условиях интервальной неопределенности.

Ключевые слова: неопределенность, отклонения, параметры, работа судна, тайм-чартерный эквивалент, управление, эксплуатация.

## ANNOTATION

*Vyshnevskaya O.* Management of the bulk cargo carriers' work considering the indeterminacy of their operation conditions. – Qualificational scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences (Ph. D.) in specialty 05.22.01 – Transport systems. – Odessa National Maritime University, Odessa, 2018.

In the dissertation was solved an actual scientific and applied task of developing of methods and means for the management of bulk carriers, considering the uncertainty of the conditions for their operation.

The management of bulk carriers work was considered at two levels - on the operational level (the level of the particular voyage) and within the framework of an annual period of time for the two main variants of the commercial operation of vessels - under terms of a charter and on the basis of long-term freight contracts.

For each situation, the influence of the system of uncertainty factors in the operating conditions on the parameters of the production process was identified and reflected at a formalized level, and, as a result, on the efficiency of the vessel's operation. There were also developed appropriate mechanisms in order to ensure a given efficiency of vessels' work, taking into account the uncertainty of the conditions of their operation for each level of management.

The basis for identifying of the system of uncertainties for each allotted situation was a system model for the formation of uncertainties in the management of vessels' work, which provides the unity of a variety of productional and management-technological processes in the shipping.

There was also determined a possible negative influence of the system of uncertainty factors on the change in the main resource of a maritime vessel - carrying capacity. It is established that the main influence on the carrying capacity of a particular vessel under given conditions is rendered by the «time» factor in the form of reduction of the operational period or an increase in the elements of the voyage time.

A principle scheme of formation of the range of possible values of the main parameters of the vessel's operation at the level of the voyage and within the limits of the annual time interval was developed and characterized. The validity of the application of probabilistic approaches for the accounting of the uncertainty of operating conditions of vessels was substantiated as well.

For the level of a specific voyage, an expression of a possible reduction in the time-charter equivalent, the main indicator of efficiency, was formulated under the influence of a system of relevant factors, and methodological bases for accounting of possible deviations in the voyage parameters during the operational management of the vessels' work were developed to ensure the required level of efficiency. In particular, a calculation formula for the determination of the necessary level of increase in the freight rate is proposed, as a kind of «compensation» for the risk, which can be used in negotiating on a freight deal to ensure a given level of efficiency.

The influence of the vessel's cargo capacity and the distance of transportation on the possible deviations of the time-charter equivalent was also researched.

Two modified approaches for the determination of the time-charter equivalent are suggested, taking into account the possible negative impact on the efficiency of the vessels' work within the annual time frame under the conditions of a voyage charter for a system of productional and commercial factors.

The specifics of the conditions of long-term freight contracts, which determines the uncertainty of the operating conditions of vessels, were established. In particular, the influence of uncertainty caused by the specific conditions of long-term freight contracts ( about cargo and ports), which leads to a possible decrease

in the volume of transport work due to a reduction in traffic volumes and an increase in transportation distances, are analyzed.

A mechanism has been developed to ensure the effectiveness of vessels' work on long-term contracts of affreightment based on the establishment of the expected time-charter equivalent for two operating conditions: for a specified number of loading/discharging ports under the contract and in conditions of uncertainty with loading/discharging ports.

An economic-mathematical model for allocation of vessels' time budget under long-term freight contracts in the conditions of interval uncertainty is developed, taking into account the fact that in a «free» from work time under these contracts, vessels can operate in an open freight market. Interval uncertainty is manifested in the fact that the parameters of the transport process, technical and operational indicators of vessels' performance and the volumes of transport work are presented in the form of ranges (intervals), which corresponds to the actual situation in the shipping.

The developed model was tested on a concrete calculation example, two methods were used to find the optimal value of control parameters, which demonstrated the possibility of finding the solution of the problem under consideration for the proposed model.

*Keywords:* deviations, management, operation, parameters, time-charter equivalent, uncertainty, vessel operation.