

УДК 656.6:616-036
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.1.2/23>

Бондаренко Ю.А.

Одеський національний морський університет

Онищенко С.П.

Одеський національний морський університет

СТРУКТУРА ТА НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ У СИСТЕМІ МОРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

На відхилення результатів роботи суден-контейнеровозів впливають множина факторів – зміни вартості суднового палива, подорожчання суднозаходів у порти та проходження каналів та т.п., що обумовлює комерційні ризики перевізника. Але основним фактором, який впливає на ефективність функціонування контейнерної лінії, є, попит на перевезення, який має ймовірнісну природу. Це, у свою чергу, обумовлює невизначеність контейнеропотоків, які є вантажною базою для суден-контейнеровозів в рамках конкретних ліній. У даному дослідженні у встановлено сутність та структура контейнеропотоків у системі морських перевезень при розгляді їх з різним ступенем деталізації та з урахуванням різних аспектів формування їх структури. Сформовано схему відповідності ступеню агрегованості розгляду контейнеропотоків та розв'язуваних завдань з управління роботою суден-контейнеровозів. Охарактеризовано основні причини перерозподілу контейнерів потоків у системі морських перевезень.

Виконано математичний опис структури контейнеропотоків, який враховує різні аспекти формуванням структури – порти, регіони, товарна група. Встановлено та охарактеризовано основні етапи та фактори впливу та формування невизначеності контейнеропотоків компанії-перевізника – від мінливості світової торгівлі до конкурентного середовища компанії-перевізників у регіоні. Невизначеність контейнеропотоків розглядається у двох варіантах: 1) «статистична невизначеність» – коли є статистика про «поведінку» контейнеропотоків за минулі періоди, що дає можливість встановити параметри закону розподілу та спрогнозувати їх динаміку; 2) «нестатистична невизначеність» – коли можна оцінити можливі значення й відповідні суб'єктивні ймовірності – наприклад, при хаотичному поведінці ринку чи створенні ліній у регіоні, де раніше не було контейнерних сервісів. Отримані результати складають основу для подальших досліджень питання оцінки ефективності роботи суден-контейнеровозів при врахуванні впливу невизначеності контейнеропотоків.

Ключові слова: контейнерні перевезення, ефективність роботи суден, невизначеність, комерційний ризик, відхилення параметрів.

Постановка проблеми. Контейнерні перевезення є значним сегментом ринку морських транспортних послуг, динаміка перевезень вантажів у контейнерах представлена на рис. 1. Судна контейнеровози обслуговують понад 15% світової торгівлі, рис. 2 відображає динаміку часток різних категорій вантажів у структурі морських перевезень.

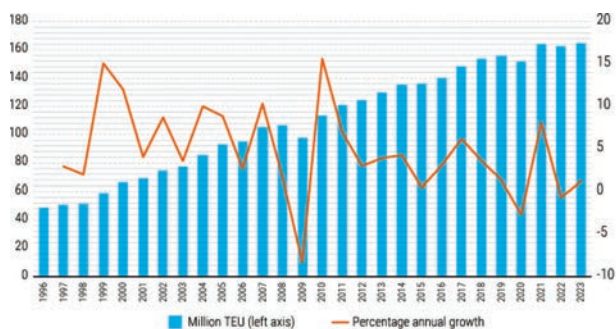


Рис. 1. Динаміка перевезень вантажів у контейнерах (джерело [1])

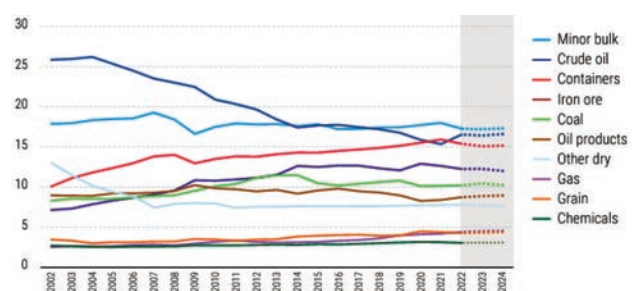


Рис. 2. Частка категорій вантажів у структурі морських перевезень (джерело [1])

Будучи постійно зростаючим сегментом, контейнерні перевезення є предметом бізнес інтересів багатьох компаній, більшість з яких вже мають історію та багато років працює у даному сегменті, деякі компанії тільки намагаються зайняти певну частку ринку. Тому конкуренція на ринку морських контейнерних перевезень достатньо

висока. Крім того, нестабільність у рівні цін на перевезення контейнерів завдяки впливу таких факторів, як політичні події останніх років, дефіцит порожніх контейнерів у деяких географічних сегментах, дисбаланс експортно-імпортних потоків, все це обумовлює необхідність проведення компаніями-перевізниками постійного аналізу ефективності роботи контейнерних сервісів (контейнерних ліній) та корегувати їх, а саме, розклад, порти лінії, судна, які працюють на лінії. Але ж ретроспективний аналіз має бути у комплексі з прогнозами щодо розвитку попиту у даному сегменті для превентивних заходів без очікування падіння ефективності роботи суден та функціонування контейнерного лінійного сервісу. Основним фактором, який впливає на ефективність функціонування контейнерної лінії, є, безумовно, попит на перевезення, який має ймовірнісну природу. Це, у свою чергу, обумовлює невизначеність контейнеропотоків, які є вантажною базою для суден-контейнеровозів в рамках конкретних ліній. Саме невизначеність формує можливі ризики компаній-перевізників, а, в умовах збільшення мінливості ситуації на ринку контейнерних перевезень, це обґрунтовує актуальність досліджень невизначеності контейнеропотоків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З урахуванням значимості контейнерних перевезень для світовою торгівлі, звичайно, питанням, пов'язаним з роботою суден, у тому числі, на контейнерних ліній, присвячено достатню кількість публікацій. Сучасні тенденції у судноплаванні, які впливають на ефективність роботи суден будь-якої спеціалізації, полягають у контролі та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, переходу на нові стандарти технічної експлуатації [2, 3]. Крім того, тенденція автоматизації та цифровізації морських перевезень обґрунтовує нову реальність для усіх учасників процесу доставки вантажів у контейнерах [4], у тому числі, обумовлює новий режим роботи контейнерних терміналів при обслуговуванні суден-контейнеровозів [5], це надає можливості прискорити час перебування суден у портах та впливає на формування розкладу роботи суден. З урахуванням специфіки функціонування лінійного контейнерного сервісу, а саме, наявності стійкого розкладу, за яким працюють судна, значна частка публікацій присвячено саме питанням розкладу, наприклад [6–9], у тому числі, впливу невизначеності на розклад роботи суден [8].

Ймовірнісна природа майже умов транспортного процесу [10], обумовлює окремий напрямок

досліджень впливу невизначеності на параметри виробничого процесу суден [11–15]. Наприклад, розглядалися питання впливу погодних умов на час рейсу суден [13], впливу змін рівня фрахтових ставок та цін на бункер на ефективність роботи суден [11, 12]. З урахуванням зростання розміру суден-контейнеровозів за останні роки окремою задачею є дослідження впливу розміру суден на ефективність їх роботи при впливах невизначеності [14, 15]. Що стосується невизначеності контейнеропотоків, то це питання розглядається відносно до роботи контейнерних терміналів (наприклад, [16, 17]), але ж чомусь як вантажна база суден-контейнеровозів це питання майже не розглядається у наукових публікаціях. Виключення, публікації [18, 19] в яких розроблено методи врахування невизначеності обсягу порожніх контейнерів на лінії [19], та врахуванням впливу невизначеності на розклад роботи суден [18].

Таким чином, можна стверджувати, що вплив невизначеності на роботу суден, у тому числі, на контейнерних лініях, є предметом сучасних досліджень, але ж майже відсутні дослідження природи невизначеності контейнеропотоків та її впливу на ефективність роботи суден на контейнерних лініях. Тому звернення до цих питань пов'язано, з одного боку, з сучасними викликами практики, з іншого – відсутністю відповідної теоретичної бази, що обґрунтовується результатами аналізу сучасних джерел.

З урахуванням вищезазначеного, **метою даного дослідження** є встановлення сутності, структури та характеристики невизначеності контейнеропотоків у системі морських перевезень. Досягнення мети пов'язано з вирішенням наступних завдань: 1) ідентифікація формування контейнеропотоків на різних рівнях їх розгляду; 2) формалізований опис структури контейнеропотоків; 3) характеристика процесу формування та природи невизначеності контейнеропотоків для компанії-перевізника у системі морських перевезень.

Виклад основного матеріалу. Рівнобачний погляд на формування контейнеропотоків у системі морських перевезень. Для розуміння невизначеності контейнеропотоків у системі морських перевезень слід передусім визначити те, як саме формуються контейнеропотоки і які основні фактори впливають на них. Прийнято вважати, контейнеропотік – це кількість контейнерів (в TEU), що підлягають перевезенню або перевозяться у заданому напрямку в одиницю часу. Одиницею часу може бути тиждень, місяць, квартал, рік, але найчастіше, у завданнях, що з роботою

суден-контейнеровозів логічним є розгляд контейнеропотоків у межах місяця чи року. Рік є прийнятним проміжком часу з метою оцінки ефективності роботи будь-яких підприємств, місячна розбивка контейнеропотоків дозволяє врахувати сезонність перевезень у деяких напрямках. Напрямок перевезення також може бути розглянуто з різним ступенем деталізації – агреговано між регіонами або країнами, або більш деталізовано локально між конкретними портами (рис. 3).

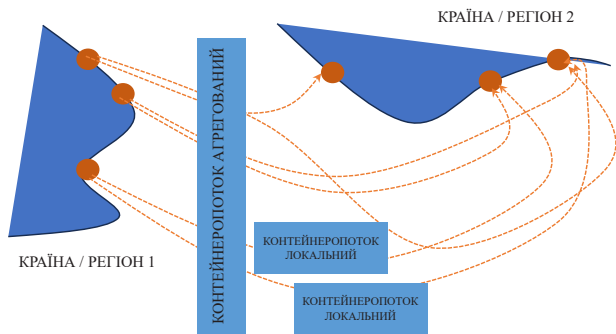


Рис. 3. Варіанти агрегованості контейнеропотоків

Компанія-перевізник, приймаючи різні рішення, пов'язані з роботою суден-контейнеровозів, може розглядати контейнеропотоки як агреговано (по країнах), так і деталізовано, по портах, залежно від специфіки прийнятих рішень та відповідних завдань (рис. 4).

Наприклад, при відкритті нового «сервісу» в країні контейнеропотоки спочатку розглядаються агреговано, щоб компанія могла оцінити свої перспективи роботи на новому ринковому сегменті, а потім, при позитивному рішенні з цього питання компанія здійснює вибір порту, що вимагає вже більш детального розгляду кон-

тейнеропотоків. З урахуванням того, що деталізовані контейнеропотоки формують агреговані, і в будь-якому випадку, деталізовані контейнеропотоки розглядаються при прийнятті рішень щодо управління роботою суден, тому проаналізуємо формування контейнеропотоків із прив'язкою до конкретних портів. Отже, контейнеропотоки у експортному напрямі формуються країни, регіони, і навіть сусідніх країнах, які транзитом здійснюють експортні поставки. Основними чинниками, що впливають обсяг контейнеропотоків є обсяги і структура виробництва та зовнішньої торгівлі регіону, країни, і навіть сусідніх країн чи регіонів (рис. 5).

Крім того, на величину контейнеропотоків впливають конкурентні стратегії портів/контейнерних терміналів, а також їх цінова політика. Дійсно, залежно від «привабливості» контейнерного терміналу компанія-перевізник може віддавати перевагу тому чи іншому порту/терміналу, що особливо актуально для портів і терміналів, які знаходяться на незначній відстані. Наприклад, така ситуація мала місце для українських контейнерних терміналів, з урахуванням близькості Чорноморська та Одеса, і виникали ситуації, коли з різних причин (насамперед, комерційного характеру) контейнерний перевізник віддавав перевагу конкретному порту і «перенаправляв» контейнеропотоки до цього порту. Для більшості вантажовласників Одеса чи Чорноморськ розглядаються як порти-аналоги, тому для них це не мало значення. Отже, конкурентна боротьба портів і терміналів зумовлює перерозподіл контейнеропотоків у подібних випадках (рис. 6). Наприклад, з пункту 2, який «тяжіє» до порту А1, частина вантажів, що формують контейнеропотів для даного порту, можуть переорієнтуватися на порт А2, що,

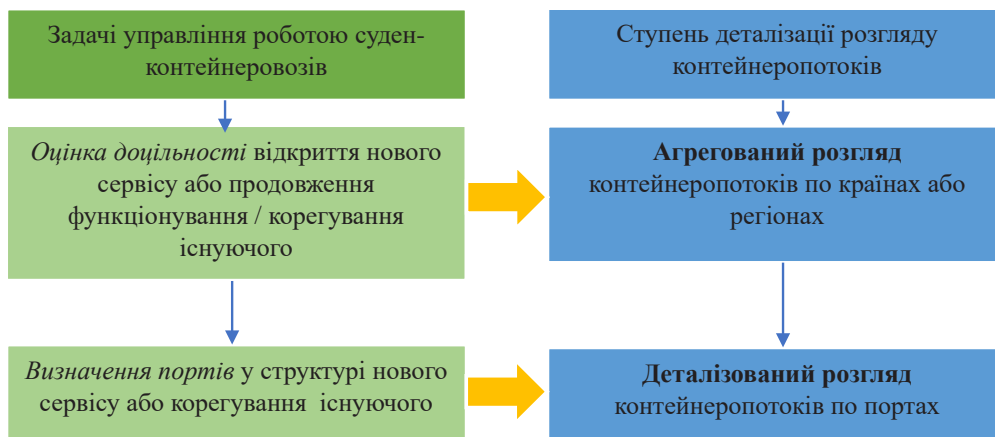


Рис. 4. Ступінь агрегованості розгляду контейнеропотоків залежно від розв'язуваних завдань з управління роботою суден-контейнеровозів

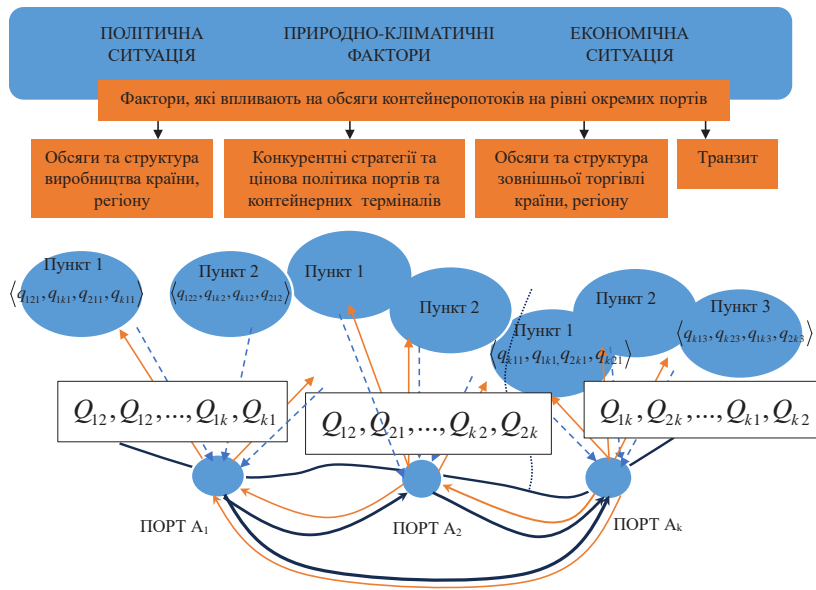


Рис. 5. Формування контейнеропотоків у системі морських перевезень

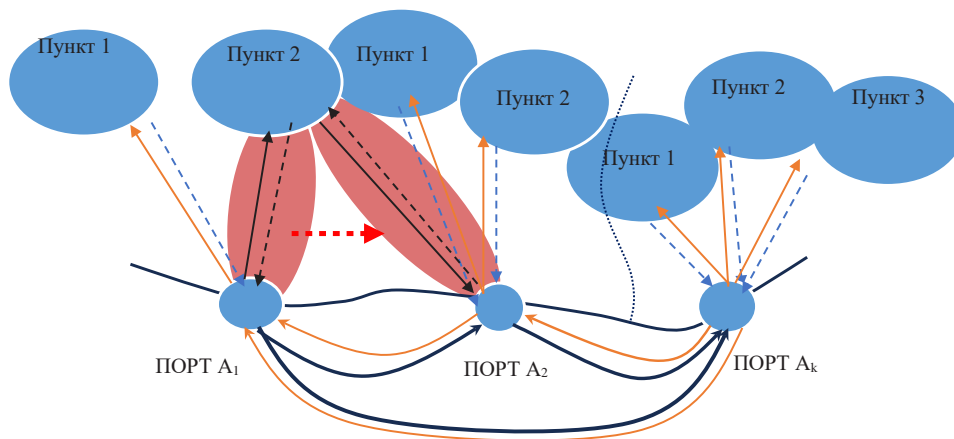


Рис. 6. Перерозподіл контейнерів потоків у системі морських перевезень

природно, призводить до зміни структури та обсягів контейнеропотоків даних портів.

Природно, що на ситуацію з контейнеропотоками на рівні конкретних портів впливає політична та економічна ситуація у відповідних країнах та регіонах. Прикладом може бути переорієнтація контейнеропотоків з українських портів на порт Констанца (Румунія) за умов війни.

Формалізований опис структури контейнеропотоків. Отже, розглянемо множину кореспондуючих портів $\{A_1, A_2, \dots, A_k, \dots, A_k\}$. Обсяги контейнеропотоків між ними у рамках річного відрізка часу позначимо $Q_{ij}, i = \overline{1, K}, j = \overline{1, K}, i \neq j$, що визначає матрицю контейнеропотоків (1) у системі кореспондуючих портів.

$$\begin{pmatrix} 0 & Q_{12} & \dots & Q_{1k} & \dots & Q_{1K} \\ Q_{21} & 0 & \dots & Q_{2k} & \dots & Q_{2K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{k1} & Q_{k2} & \dots & 0 & \dots & Q_{kK} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{K1} & Q_{K2} & \dots & Q_{Kk} & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Q_{ij} и Q_{ji} формують кореспондуючі контейнеропотоки між портами A_i, A_j . Діагональні елементи матриці (1) дорівнюють нулю. Зазначимо, що ненульові елементи (1) є агрегованими величинами з погляду видів вантажів, які перевозяться в контейнерах морем. Тобто:

$$Q_{ij} = \sum_{m=1}^{M_{ij}} Q_{ijm}, \quad (2)$$

де $M_{ij}; i \neq j; i, j = \overline{1, K}$ – кількість видів товарів (товарних груп), що перевозяться між портами i, j ; $Q_{ij1}, Q_{ij2}, \dots, Q_{ijM_{ij}}$ – обсяги контейнеропотоків між портами A_i, A_j з урахуванням їх структури за видами вантажів, що перевозяться.

Q_{ij} є не тільки інтегрованим значенням обсягів контейнеропотоків з точки зору видів товарів, що перевозяться в контейнерах, а також породжених у різних географічних локаціях, що тяжіють до порту A_i . Таким чином:

$$Q_{ij} = \sum_{l=1}^{L_i} q_{ijl}; i, j = \overline{1, K}, i \neq j, \quad (3)$$

де $q_{ijl}; i, j = \overline{1, K}, i \neq j, l = \overline{1, L_i}$ – це обсяг контейнеропотоку між портами A_i, A_j , «зароджуваний» у пункті/регіоні l ; L_i – кількість пунктів – місць зародження контейнеропотоків, що тяжіють (тобто географічно близьких) до порту A_i . q_{ijl} можуть бути також деталізовані за видами вантажів, тобто:

$$q_{ijl} = \sum_{m=1}^{M_{ij}} q_{ijlm}, \quad (4)$$

де $q_{ijlm}, m = \overline{1, M_{ij}}; l = \overline{1, L_i}; i, j = \overline{1, K}, i \neq j$ – обсяг контейнеропотоку, пов'язаного з товаром m з пункту l між портами A_i, A_j . Таким чином:

$$Q_{ij1} = \sum_{l=1}^{L_i} q_{ij1l}, Q_{ij2} = \sum_{l=1}^{L_i} q_{ij2l}, \dots, Q_{ijM_{ij}} = \sum_{l=1}^{L_i} q_{ijM_{ij}l}. \quad (5)$$

Отже:

$$Q_{ij} = \sum_{m=1}^{M_{ij}} Q_{ijm} = \sum_{m=1}^{M_{ij}} \sum_{l=1}^{L_i} q_{ijlm}. \quad (6)$$

Структура контейнеропотоків наведена на рис. 7. Зазначимо, що всі складові наведених вище формул можуть характеризувати обсяги як у TEU, тобто кожен вид товару в контейнеропотоці також оцінений у TEU з урахуванням його транспортної характеристики; або ж у тис.т., що часто використовується в офіційній статистиці.

Отже, представлені вище міркування демонструють складність структури контейнеропотоків, обсяги яких є випадковою величиною, оскільки достовірно охарактеризувати кожен обсяг неможливо через вплив значної кількості факторів, починаючи від факторів макрорівня, до падіння чи підвищення поставок конкретного підприємства, що експортує свою продукцію морем у контейнерах.

Характеристика формування та природи невизначеності контейнеропотоків для компанії-перевізника у системі морських перевезень. Обсяг контейнеропотоків (кількість контейнерів у межах часового періоду) є величиною, яку впливає безліч чинників різної природи, що дозволяє її розглядати як детерміновану. Чітко визначити обсяг контейнеропотоків, як і обсяг світової торгівлі неможливо. Таким чином, виникає ситуація

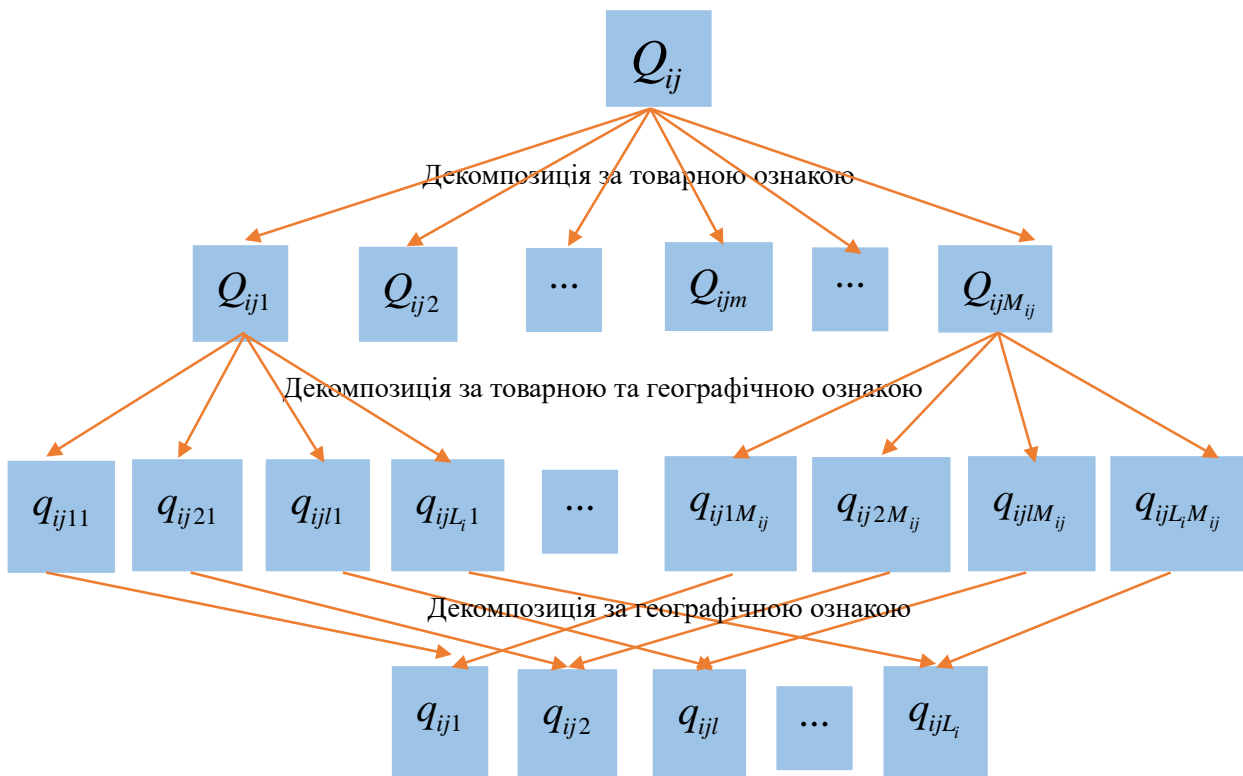


Рис. 7. Структура контейнеропотоків між портами A_i, A_j

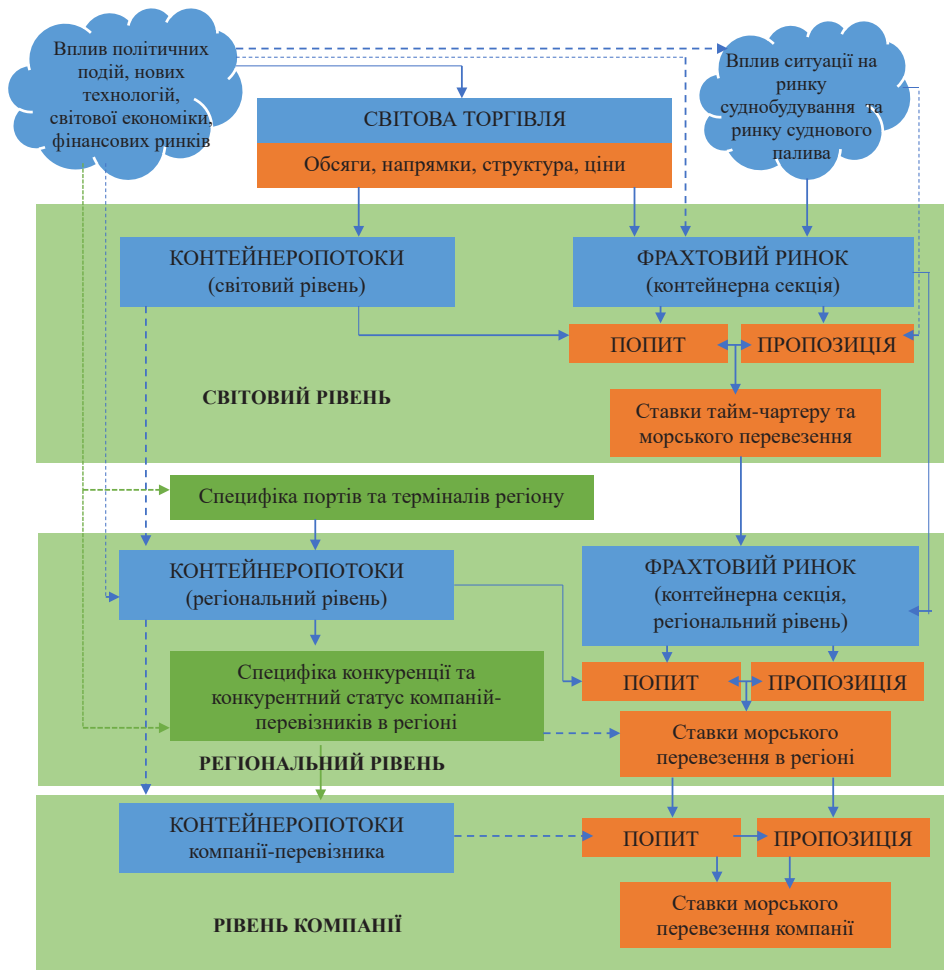


Рис. 8. Багатоетапний процес формування невизначеності контейнеропотоків для компанії-перевізника

невизначеності – неточне або неповне знання про параметри системи морських перевезень вантажів у контейнерах – контейнеропотоків (їх обсяги), а також інші параметри, такі як вартість перевезення, вартість судового палива тощо (рис. 8).

На їхню невизначеність з погляду обсягів, насамперед, впливає множина факторів, починаючи з макrorівня і закінчуючи специфічними умовами конкретного порту та контейнерного терміналу. Тим не менш, для компанії-перевізника до цих факторів ще додаються ті, які пов'язані зі специфікою конкурентного середовища та ситуацією на фрахтовому ринку (контейнерної секції). Саме рівень компанії-перевізника є «підсумковим» у багатоетапному процесі формування невизначеності контейнеропотоків.

Основними передумовами невизначеності контейнеропотоків є:

1) *Недетермінованість* процесів, котрі відбуваються у суспільстві загалом і в економічній діяльності зокрема [20] – неможливо із вірогід-

ністю 1 прогнозувати умови роботи компанії контейнерного перевізника та поведінку компаній-конкурентів;

2) *Відсутність вичерпної інформації* щодо усіх складових контейнеропотоків. Неповнота інформації завжди супроводжує процеси прийняття рішень, що пов'язано з неповнотою та / або недостовірною інформацією про умови роботи майже усіх ринкових суб'єктів.

Таким чином, природа ринкових відношень обумовлює наявність априорі невизначеності майже усіх параметрів, які розглядаються під час прийняття рішень. Крім того, достатньо динамічні зміни та вплив багатьох факторів на ринку морських перевезень є також властивістю, яка належить усім секторам фрахтового ринку.

Невизначеність контейнеропотоків може розглядатися у двох варіантах:

1) «статистична невизначеність» – в умовах, коли є статистика про «поведінку» контейнеропотоків за минулі періоди, що дає можливість

встановити параметри закону розподілу – середнє значення (математичне очікування) та дисперсію, а далі спрогнозувати динаміку середнього значення – цей підхід зокрема використовувався у [22] для суден-балкерів;

2) «нестатистична невизначеність» – за умов, коли можна оцінити можливі значення й відповідні ймовірності (суб'єктивні ймовірності) – наприклад, при хаотичному поведінці ринку чи створенні лінії у регіоні, де раніше не було контейнерних сервісів.

І той, і інший варіант відповідають невизначеності, яка класифікується як «часткова невизначеність» чи «умови ризику» [20, 21].

При повній невизначеності, коли ймовірності різних значень контейнеропотоків близькі до 0, тобто немає найбільш значимих можливих варіантів майбутньої ситуації, як правило, рішення з управління роботою суден не приймаються, а особи, які приймають рішення, спираються на різні сценарії, які можуть бути ідентифіковані як «нестатистична невизначеність».

Висновки. Невизначеність, яка властива контейнеропотокам, зумовлює відхилення результатів роботи суден [11] та функціонування лінійного сервісу загалом від запланованих, як і визначає сутність комерційного ризику для перевізника. Природно, що на відхилення результатів впливають не лише контейнеропотоки, зміни вартості суд-

нового палива, подорожчання суднозаходів у порти та проходження каналів (проток) та інші фактори також формують комерційні ризики перевізника. Але, як показують результати досліджень з даної тематики (наприклад, [10, 12, 15]), саме зміна вантажної бази та вартості перевезення (тарифів) є факторами, що найбільш сильно впливають на відхилення планованих (прогнозованих) результатів роботи суден. Встановлення сутності невизначеності контейнеропотоків є базою для подальшого дослідження впливу даної невизначеності на ефективність роботи суден та функціонування контейнерної лінії. Тому в даному дослідженні у трьох етапному розгляді встановлено: сутність та структура контейнеропотоків у системі морських перевезень при розгляді їх з різним ступенем деталізації та з урахуванням різних аспектів формування структури; математичний опис структури контейнеропотоків, який враховує різні аспекти формування структури – порти, регіони, товарна група; а також основні етапи та фактори впливу та формування невизначеності контейнеропотоків компанії-перевізника – від мінливості світової торгівлі до конкурентного середовища компанії-перевізників у регіоні. Отримані результати складають основу для подальших досліджень питання оцінки ефективності роботи суден-контейнеровозів при врахуванні впливу невизначеності контейнеропотоків.

Список літератури:

1. Review of Maritime Transport 2023. URL: <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2023> (дата звернення: 10.01.2024)
2. Onishchenko, O., Golikov, V., Melnyk, O., Onyshchenko, S., Obertiur, K. Technical and operational measures to reduce greenhouse gas emissions and improve the environmental and energy efficiency of ships. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 2022. №116, P. 223–235. DOI: 10.20858/sjsutst.2022.116.14
3. Melnyk O., Onyshchenko S., Onishchenko O., Shumylo O., Voloshyn A., Ocheretna V. & Fedorenko O. Implementation Research of Alternative Fuels and Technologies in Maritime Transport. *Modern Technologies in Energy and Transport. Studies in Systems, Decision and Control*. 2024. vol 510, P.13-21. DOI: 10.1007/978-3-031-44351-0_2
4. Onyshchenko S., Vyshnevskaya O., & Vyshnevskiy D. Justification of the optimal option and transportation parameters for export supplies using marine transport. *Technology Audit and Production Reserves*. 2023. Vol. 2(2(70)), P. 34–39. DOI: 10.15587/2706-5448.2023.277804
5. Решетков Д.М., Онищенко С. П., Павлова Н. Л., Кириллова В. Ю. Сутність, переваги та проблеми автоматизації контейнерних терміналів морських портів. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2023. Том 34 (73) № 2, С. 194–202. DOI: 10.32782/2663-5941/2023.2.2/33
6. Drozhzhyn O., Koskina Y. The Model of Container Feeder Line Organization Focused on the Nature and Parameters of External Container Flows. *Communications – Scientific Letters of the University of Zilina*. 2021. Vol. 23(2), P. 94-102. DOI: 10.26552/com.C.2021.2.A94-A102
7. Drozhzhyn O. Containership Traffic Optimization on Feeder Shipping Line. *Transport and Telecommunication Journal*. 2016. Vol.17(4), P. 314-321. DOI: 10.1515/tj-2016-0028
8. Ksciuk J., Kuhlemann S., Tierney K., Koberstein A. Uncertainty in maritime ship routing and scheduling: A Literature review. *European Journal of Operational Research*. 2023. Vol. 308, Issue 2, P. 499-524, DOI: 10.1016/j.ejor.2022.08.006

9. Meng Q., Wang S., Andersson H., Thun K. Containership Routing and Scheduling in Liner Shipping: Overview and Future Research Directions. *Transportation Science*. 2014. Vol.48, P. 265-280. DOI: 10.1287/trsc.2013.0461
10. Берестенко В., Онищенко С. Ймовірнісні характеристики мультимодальної доставки. *Розвиток транспорту*. 2021. Vol. 1(12), P. 118-128 DOI: 10.33082/td.2022.1-12.10
11. Vyshnevskiy D., Vyshnevskaya O., Onyshchenko S. Modeling of the distribution of the vessels' time budget under long-term freight contracts within conditions of uncertainty. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2019. Vol. 69 (4), P. 15–25. DOI: 10.31375/2226-1915-2019-4-15-25
12. Koskina Y., Onyshchenko S., Drozhzhyn O., Melnyk O. Efficiency of tramp fleet operating under the contracts of affreightment. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 2023. Vol. 20, P. 137-149 DOI: 10.20858/sjsutst.2023.120.9.
13. Onyshchenko S., Melnyk O. Efficiency of ship operation in transportation of oversized and heavy cargo by optimizing the speed mode considering the impact of weather conditions. *Transport and Telecommunication Journal*. 2022. Vol. 23(1), P. 73–80. DOI: 10.2478/ttj-2022-0007
14. Li M., Xu H. Economies of scale in container ship under uncertainty of traffic volume. Dalian Haishi Daxue Xuebao. *Journal of Dalian Maritime University*. 2013. Vol. 39, P. 103-106.
15. Vyshnevskaya O., Vishnevskiy D. Investigation of the effect of ship size and marine transportation distance on the possible decrease of voyage efficiency. *Technology Audit and Production Reserves*. 2017. Vol. 1(2(33)), P. 38–44. DOI: 10.15587/2312-8372.2017.92965
16. Hani Alyami, Zaili Yang, Ramin Riahi, Stephen Bonsall, Jin Wang. Advanced uncertainty modelling for container port risk analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 2019. Vol.123, P. 411–421. DOI: 10.1016/j.aap.2016.08.007
17. Russell D., Ruamsook K., Roso V. Managing supply chain uncertainty by building flexibility in container port capacity: a logistics triad perspective and the COVID-19 case. *Maritime Economics and Logistics*. 2022. Vol. 24, P. 92–113 DOI: 10.1057/s41278-020-00168-1
18. Chien-Chang Chou, Rong-Hua Gou, Chaur-Luh Tsai, Ming-Cheng Tsou, Chun-Pong Wong, Hui-Lin Yu. Application of a mixed fuzzy decision making and optimization programming model to the empty container allocation. *Applied Soft Computing*. 2010. Vol. 10, Issue 4, P. 1071-1079 DOI: 10.1016/j.asoc.2010.05.008
19. Elmi Z, Singh P, Meriga VK, Goniewicz K, Borowska-Stefańska M, Wiśniewski S, Dulebenets MA. Uncertainties in Liner Shipping and Ship Schedule Recovery: A State-of-the-Art Review. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. Vol.10(5) P. 563. <https://doi.org/10.3390/jmse10050563>
20. Економіка невизначеності: практичний погляд на проблему: Монографія / за ред. В. І. Грушка. Київ: Університет економіки та права «КРОК». 2021. 503 с.
21. Ризики у транспортних процесах: навч. посібник / І. О. Ткаченко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2017. 114 с.
22. Onyshchenko S. P., Koskina Y. O. Ensuring the given level of the voyage efficiency considering the risks factors associated with the charter party terms. *Вісник Приазовського державного технічного університету*. Серія: Технічні науки. 2018. № 37, С. 192-201. DOI: 10.31498/2225-6733.37.2018.160296

Bondarenko Yu.A., Onyshchenko S.P. THE STRUCTURE AND UNCERTAINTY OF CONTAINER FLOWS IN THE MARITIME TRANSPORTATION SYSTEM

A variety of factors affect the container ships operation results: changes of the ship fuel price, the increase of the port's dues and charges as well as the prices to passage through canals, etc., which determines the carrier's commercial risks. But the main factor that affects the efficiency of the container line is the demand for transportation, which has a probabilistic nature. This, in turn, causes the uncertainty of container flows, which form the cargo base for container ships between certain ports. In this study the essence and structure of container flows in the maritime transport system were determined taking into account the different points of view, different levels with different details and various aspects of the container flows structure. A scheme of compliance with the degree of container flows consideration and main issues of container ships operating has been formed. Also, the main reasons for the redistribution of container flows between ports in the maritime transportation system are considered. A description of the structure of container flows in the mathematics terms was carried out, which takes into account various aspects of the container flows structure – ports, regions, commodity groups. The main stages and factors influencing and shaping the uncertainty of the carrier's container flows are established and characterized – from the variability of maritime world trade to the competitive environment of the carrier in the region. The container flows uncertainty may be considered in two variants: 1) “statistical uncertainty” – when there are statistics on the “behavior” of container flows for past periods, which makes it possible to determine the distribution parameters and predict their dynamics; 2) “non-statistical uncertainty” – when possible values and corresponding subjective probabilities can be estimated – for example, in the case of chaotic market behavior or for establishing a container line in a region where container services are not available. The obtained results form a theoretical basis for further research on the issue of evaluating the container ships operating efficiency, taking into account the impact of the container flows uncertainty.

Key words: container transportation, ship efficiency, uncertainty, commercial risk, deviation of transportation parameters.